

报告

中国

2012

本报告与以下机构合作完成：







ZSL
LIVING CONSERVATION

中国生态足迹报告2012

消费、生产与可持续发展

VISIT…

LANZAROTE Caliente.COM

世界自然基金会

世界自然基金会（WWF）是在全球享有盛誉的、最大的独立性非政府环保组织之一。拥有全世界将近500万支持者和一个在一百多个国家活跃着的网络。WWF的使命是遏止地球自然环境的恶化，创造人类与自然和谐相处的美好未来。为此我们致力于：保护世界生物多样性；确保可再生自然资源的可持续利用；推动降低污染和减少浪费性消费的行动。

中国科学院地理科学与资源研究所

中国科学院地理科学与资源研究所是研究陆地表层资源环境与区域可持续发展的公益性研究所，是我国地表过程与要素相互作用基础科学研究的引领机构和资源环境基础科学数据中心，是国家区域发展、资源利用和生态建设重要的思想库和人才库。它的主要部门包括自然地理与全球变化研究部、人文地理与区域发展研究部、自然资源与环境安全研究部、资源与环境信息系统国家重点实验室、陆地水循环及地表过程重点实验室、生态系统研究网络观测与模拟重点实验室、农业政策研究中心等。

全球足迹网络

全球足迹网络（GFN）致力于通过推广生态足迹这一资源核算工具，来推动可持续发展的科学研究。在与合作伙伴的共同努力下，全球足迹网络通过协调研究、发展方法学标准和为决策者提供可靠的资源核算账户进一步提高和应用这一科学以帮助人类经济在地球生态承载限度内运转。

中国科学院动物研究所

中国科学院动物研究所是以动物科学基础研究为主的社会公益型国家级科研机构。主要定位在围绕农业、生态、环境和人类健康及其人与自然协调并存等方面的重大需求和科学问题，在珍稀濒危动物保护、有害动物控制、资源动物可持续利用、动物疾病预警与防控、生殖与发育生物学、动物系统学和进化生物学等领域开展基础性、前瞻性、战略性研究。

伦敦动物学会

伦敦动物学会（ZSL）创建于1826年，是集科研、环保和教育于一体的国际机构，并以保护全球物种极其栖息地为己任。伦敦动物学会运行着两座动物园：ZSL伦敦动物园和ZSL惠普斯奈德动物园。伦敦动物学会在世界范围内活跃地开展着有关物种的实地保护研究和项目。

世界自然基金会（瑞士）北京代表处
北京市劳动人民文化宫东门内
文华宫1609室
邮编：100006
www.wwfchina.org

中国科学院地理科学与资源研究所
北京市朝阳区大屯路甲11号
邮编 ：100101
http://www.igsnrr.ac.cn

全球足迹网络
312 Clay Street，Suite 300
Oakland，California 94607，USA
www.footprintnetwork.org

中国科学院动物科学研究所
北京市朝阳区北辰西路1号院5号
邮编：100101
http://english.ioz.cas.cn

伦敦动物学会
Zoological Society of London
Regent’s Park，London NW1 4RY，UK
www.zsl.org/indicators
www.livingplanetindex.org

顾问：
祝光耀
吉姆 · 利普（James P. Leape）
彭培德（Peter Beaudoin）
李琳
李佐军

作者：
谢高地
曹淑艳
杨奇森
夏霖
范志勇
陈波平
周爽
长有德
盖力强
顾惜思（Seth Cook）
Sarah Humphrey

目 录

前言 1
报告摘要 3

第一章 现状透视篇：中国的生态足迹、水足迹与地球生命力指数 5

生态足迹 7
全球背景 8
中国的生态足迹 12
中国大陆各省份的生物承载力与生态足迹 15
中国生态足迹的全球影响 23

水足迹 26
生产水足迹 27
消费水足迹 28
水压力 29

地球生命力指数 30
全球地球生命力指数 30
中国地球生命力指数 31
中国地球生命力指数研究案例 33

第二章 驱动因子分析篇：消费、资源强度与城镇化 37

人口、消费与资源强度 39
城镇化与生态足迹挑战 43
发展与生态足迹 45

第三章 政策建议篇：中国向绿色发展转型 49
附录一 技术说明 56
附录二 名词解释 58
附录三 参考文献 59

前言

三百年的工业文明以人类征服自然为主要特征。然而，人类的生存与发展离不开自然生态系统。以过度消耗资源、损害生态环境为代价的增长方式，违背科学的发展，是不可持续的；只有把经济发展与资源节约、环境保护和生态建设结合起来，才能产生源源不断的发展后劲。

中国正处于工业化和城镇化加速发展阶段，既面临着严峻的资源环境挑战，也迎来了转变发展方式、走绿色发展新道路、建设生态文明的难得机遇。中国政府明确提出要将建设生态文明——一种以尊重和保护自然为前提，人与自然、环境与经济、人与社会和谐共生为宗旨，以资源环境承载力为基础，以建立可持续发展的产业结构、生产方式和生活模式为内涵的资源节约、环境友好型社会。并提出将生态文明建设融入经济建设、政治建设、文化建设、社会建设的各方面和全过程。

生态足迹是用来衡量人类对自然资源的需求与消耗的有效工具，它将地区可再生资源供需状况加以量化，为环境经济政策的制定和生产、消费模式的选择提供参考，为推进生态文明建设提供参考。

继 2008 年与 2010 年相继发布两次中国生态足迹报告以来，世界自然基金会（WWF）再度联合其技术合作伙伴，发布了第三份中国生态足迹报告，持续探讨中国的生态足迹与生物承载力之间的关系，并且对生态足迹挑战背后的驱动因素进行了深入分析，为如何应对资源环境挑战建言献策。同时，新的报告引入了“地球生命力指数”，对中国生物多样性变化状况进行探索性研究，体现了在满足人类的可持续发展的同时为自然留下空间的理念。

可持续地管理自然资源，建设美丽中国是中国政府和人民面临的一项长期而艰巨的战略任务。希望报告能为中国的转型发展提供启示，为推进生态文明建设有所借鉴。

祝光耀

祝光耀
中国生态文明研究与促进会常务副会长

地球是我们共同的家园，而人类赖以生存的自然和自然资源却面临着前所未有的压力。作为一个快速增长的经济体，中国也面临着如何将自然、社会与经济建设融为一体的挑战。

伴随着快速的经济发展和城市化进程，中国的生态系统面临着日益增长的资源需求挑战。中国的人均生态足迹已经超过了全球人均生物承载力。中国对于生产、消费和发展方式的选择将对她的未来乃至世界产生影响。

我们可以选择在一个地球的范围内， 创造人与自然和谐相处的繁荣未来。中国政府已经提出了建设生态文明，这与国际上的绿色经济理念相辅相成，即转变消费模式、提高资源效率和保护自然资源。政府、企业和其他利益相关方应该共同努力，将这些理念付诸实践。

作为一个已经在中国开展了三十多年环保工作的国际领先环保机构，世界自然基金会愿积极为中国的生态文明建设和绿色发展做出贡献。我们希望通过这期报告，探索中国在资源日益紧缺的全球格局中加强可持续发展能力的机遇和挑战，共同建立一个人与自然和谐共处的未来。

吉姆 · 利普（James P. Leape）
世界自然基金会全球总干事

报告摘要

无论科学技术如何发达，人类始终依赖自然获取水、食物和能源。然而，自上世纪 70 年代以来，人类一直在超负荷地使用地球。从全球来看，人类每年消耗的可再生资源需要地球用一年半的时间再生，也就是说人类在消耗着 1.5 个地球。如果不改变现有的生活与生产模式，到 2030 年，即便两个地球也不足以支持人类的需求。人类长期超负荷利用生态系统，生态欠债式的发展，已经累积形成明显的生态问题：生态系统服务功能衰退、生物多样性下降、河流污染与破碎化、海洋酸化等等。我们只有一个地球，只有变革现有的生活与生产模式，才能减缓地球自然资本退化趋势，并确保作为经济社会发展基础的生态系统的安全。

生态足迹，结合生物承载力指标，能辨识特定区域的发展模式是否在其生态系统可更新能力的承受范围之内。同理，水足迹能够辨识特定区域对水资源利用的可持续性。地球生命力指数，通过追踪全球脊椎动物种群数量随时间的变化趋势，反映了地球生物多样性状态的变化。这些指标的结合，有助于我们探讨人类活动、生态压力与地球生态系统健康状况之间的关系。

从 2008 年开始，世界自然基金会（WWF）与合作伙伴一起，每两年发布一次《中国生态足迹报告》。本期中国生态足迹报告保持了与前两期报告的连续性，描述了全球和区域背景下的中国生态足迹与生物承载力，探索了以生物质产品贸易为专题的生物承载力全球流动，并审视了过去四十年中的变化情况。《中国生态足迹报告 2008》评述了生态足迹研究在中国的最新进展，《中国生态足迹报告 2010》在改进生态足迹算法的基础上深化了上一期的研究，并增添了水足迹的核算与分析；本期《中国生态足迹报告 2012》增添了“地球生命力指数”研究，通过案例研究反应生态保护取得的进展以及面临的挑战。同时，本期报告突出了压力－状态－响应的描述框架，探索生态挑战背后的驱动因素，为缓解经济发展带来的生态影响，推动中国的绿色发展建言献策。

第一章采用三个相互补充的指标——生态足迹、水足迹与地球生命力指数，基于全球生态背景，研究了全国及区域的生态状态。

- 自 20 世纪 70 年代以来，人类每年对地球的需求已经超过了地球的可再生能力。2008 年全球人均生态足迹 2.7 全球公顷，超过了地球生物承载力的 50%，这意味着在 2008 年人类需要 1.5 个地球才能生产其所利用的可再生资源和吸收其所排放的二氧化碳（CO_2）。

- 中国脆弱的生态系统，正在承受着巨大并不断增长的人口和发展压力。2008 年，中国人均生态足迹为 2.1 全球公顷，是全球平均水平的 80% 左右，但是中国生物承载力的 2 倍多。尽管人均低于全球平均水平，由于人口数量大，中国的生态足迹总量是全球各国中最大的。

- 在中国，生态足迹与生物承载力呈现不均匀分布。人均生态足迹的区域差异主要在于东部省份与中西部省份之间；人均生物承载力以人口瑷珲－腾冲线为分水岭，该线以西省份的人均生物承载力相对较高，以东省份的人均生物承载力较低。

- 在全球经济关联日益紧密的今天，中国作为在全球食品、纤维制品和木材市场上活跃的参与者，其在生物质商品贸易上进、出口的生物承载力总量很大。在不考虑隐含在贸易中的碳足迹的前提下，中国生物质产品进出口量大致相当，分担到中国人口上，人均净进口水平为 0.03 全球公顷，约占中国人均生物质消费的生态足迹 3%。目前

中国主要依赖本国生态系统来满足居民的生态消费。

- 2009 年，中国人均消费的水足迹不足世界平均水平的一半。尽管如此，中国的水资源系统面临的压力十分严峻，黄河流域和长江下游地区最为突出。

- 中国地球生命力指数案例分析显示：中国不同生态系统中十余个旗舰物种和关键物种大都显示出明显的下降趋势，在上世纪六十至八十年代尤为显著；受到较早关注和保护历史较长的一些物种，如大熊猫种群数量有缓慢恢复的迹象；在野外灭绝再引入的麋鹿和曾几近灭绝的朱鹮种群则在严格的栖息地保护和种群监测管理下快速增长。

第二章从不同视角，剖析了中国生态超载的驱动因素。

- 一个国家或地区的生态赤字总规模取决于生态足迹与生物承载力的对比关系。中国生态足迹总量的增长超过了生物承载力的增长。驱动生态足迹增长的因素在不同时期有所变化。自 2003 年开始，不断增长的人均资源消费开始成为主导的驱动因素。从资源需求端来看，2008 年，38% 的生态足迹源于固定资产投资的资源需求。

- 城镇化对中国生态足迹的驱动作用，主要缘于消费规模扩大与消费模式改变。城乡生态足迹差异中最显著的是碳足迹差异。然而，通过发展公共交通等有利于减少生态足迹的基础设施，规划合理的城镇化也为控制中国生态足迹的增长提供了机遇。

第三章探索了中国向绿色经济转型的道路，并提出以下五条政策建议：

- 转变消费模式，为绿色消费提供政策引导和基础设施支撑，增进可持续发展动力。

- 提高生产效率，促进资源的高效利用，增强可持续发展能力。

- 保护自然资源，在增加生物承载力，满足人类需求的同时为自然留下空间。

- 引导资金流向，促进绿色投融资，利用资金杠杆支持自然保护与资源可持续利用，为绿色发展转型提供必要条件。

- 加强机制建设，为促进生态文明建设提供市场条件和制度条件。

第一章

现状透视篇：中国的生态足迹、水足迹与地球生命力指数



人类的生存与发展离不开地球生态系统。生态系统为我们提供赖以生存的水和食物，以及我们生产生活所需的资源、能源和住所。但是，由于人类对自然资源需求的不断增长超出了地球可承载的范围，无论中国还是全世界，都面临着前所未有的环境挑战。中国作为人口大国，正处于工业化与城镇化快速发展的轨道上，不断增长的生态需求面临着严峻的资源环境约束。

本章从全球生态足迹与生物承载力背景入手，重点分析了中国的生态足迹与生物承载力现状；并通过对水足迹的分析，探讨了中国各省的水资源压力。同时，本报告第一次将“地球生命力指数”研究引入中国，探索中国关键物种种群变化状况，从物种变化的角度透视我国生态系统健康状况。

© naturepl.com / WWF-Canon

生态足迹

生态足迹是衡量人类对地球可再生自然资源需求的工具。将生态足迹与地球的资源可再生能力（即生物承载力）相对比，可以追踪人类对于生物圈的需求（图 1.1）。人类的各项活动都离不开对生物生产性土地（包括用于渔业的水域）的利用。生态足迹就是人类利用的所有生物生产性土地的总和，无论它们的位置在哪里。

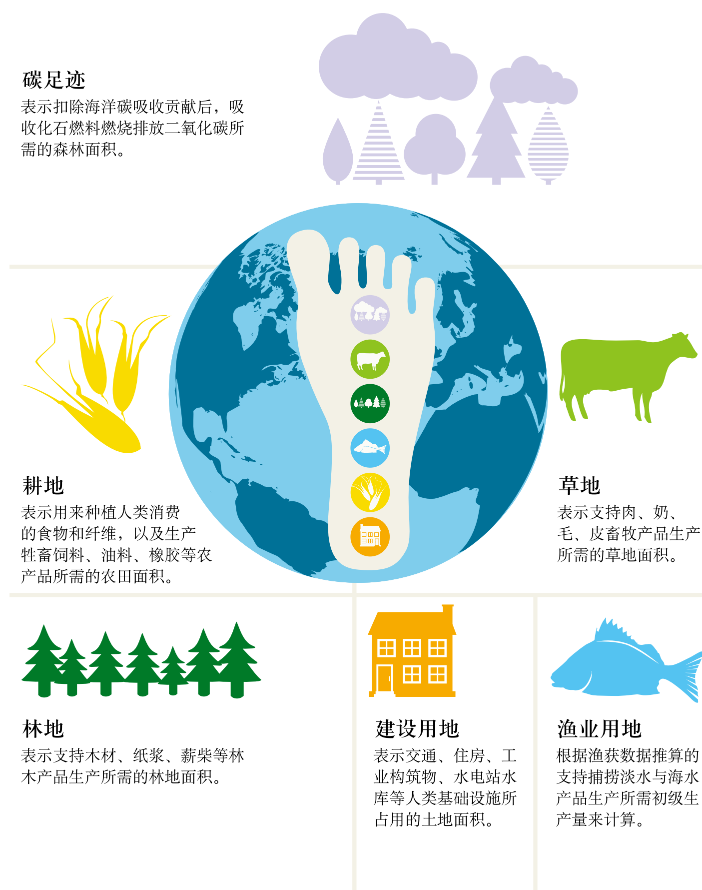


图 1.1 生态足迹组成

人类的每一项活动都利用着生物生产性土地（包括用于渔业生产的水域）。生态足迹就是人类利用的所有生物生产性土地的总和，无论它们的位置在哪里。生态足迹的组分包括：耕地、草地、林地、渔业用地、建设用地和碳足迹（即碳吸收用地）。

数据来源：全球足迹网络，2011

全球背景

生态足迹通过计算人类所需的生物生产性土地面积来衡量人类对生物圈的需求，包括可再生资源消耗、基础设施建设和吸纳化石能源燃烧产生的二氧化碳排放（扣除海洋吸收部分）所需的生物生产性土地面积（Galli et al.，2007；Kitzes et al.，2009；and Wackernagel et al.，2002）。生态足迹可以与生物承载力，即地球用于资源再生的生物生产性土地面积进行比较。生态足迹和生物承载力都用“全球公顷”单位表达，1 全球公顷代表全球平均生物生产力水平下 1 公顷土地利用面积。

全球生态超载

自 20 世纪 70 年代年以来，全球进入生态超载状态（图 1.2）。此后，人类每年对地球的需求都超过了地球的可再生能力。2008 年，全球生态足迹达 182 亿全球公顷，人均 2.7 全球公顷。同年，全球生物承载力为 120 亿全球公顷，人均 1.8 全球公顷。也就是说，2008 年全球生态赤字率达 50%。这意味着在 2008 年人类需要一个半地球才能生产其所利用的可再生资源和吸收其所排放的二氧化碳。

正如从银行账户中取钱的速率可以高于这些钱生息的速率，人们消耗资源的速度可以超出资源的再生速度。但是，如果可再生资源的利用速率总是超过地球的资源再生速率，最终这些资源将会被耗竭。目前，当人们受到本地资源的供应限制时，往往可以从其它地方获取资源。但是，如果人类不改变过去几十年中的这种资源消耗无限增长的趋势的话，整个地球的资源最终会被耗竭，一些生态系统在生物承载力被耗竭之前就会崩溃。

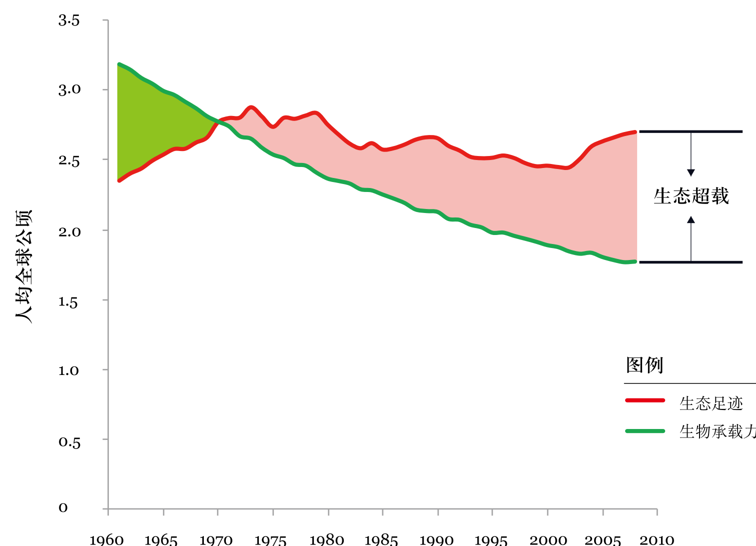


图 1.2 1961–2008 年全球人均生态足迹和生物承载力趋势

全球人均生物承载力的下降主要由于人口的增长，即更多的人口分享地球资源。

全球生态超载（人类对地球资源的利用超过了地球的可再生能力）正在逐渐增大，导致这一现象的主要原因在于地球生产力的提高不足以满足不断增长的人口带来的资源需求增加。

数据来源：全球足迹网络，2011

不同经济区域的生态足迹

不断增长的人均生态足迹和人口意味着人类对自然资源的需求在不断增加。对不同的经济体而言，这两个因素发挥着不同的作用。本节阐述了下述四大经济体的生态足迹变化特征：经合组织、金砖四国（巴西、俄罗斯、印度和中国）、非洲大陆国家和东盟。

1961 年，全球人口只有现在人口规模的一半。人口增长是驱动非洲和东盟国家生态足迹总量增长的主要因素。非洲的人均生态足迹从 1961 年到 2008 年只增长了 0.07 全球公顷，但是它的生态足迹总量却由于人口的增长而增长了三倍（图 1.3）。

相反，经合组织国家的人均生态足迹变化最大，从 1961 年到 2008 年增长了 23%。而这一时期内，与金砖国家和非洲国家相比，经合组织的人口增长最小。经合组织国家的生态足迹总量占全球生态足迹总量的 33%，而人口却只占全球的 17%。经合组织巨大的生态足迹总量反映了其生活模式带来的高人均资源消费。

金砖国家是生态足迹总量增加最快的经济体。金砖国家的人口从 1961 年到 2008 年翻了一番，而其人均生态足迹也在同一时期由 0.9 全球公顷增长到了 1.8 全球公顷，导致金砖国家的生态足迹总量翻了两番。

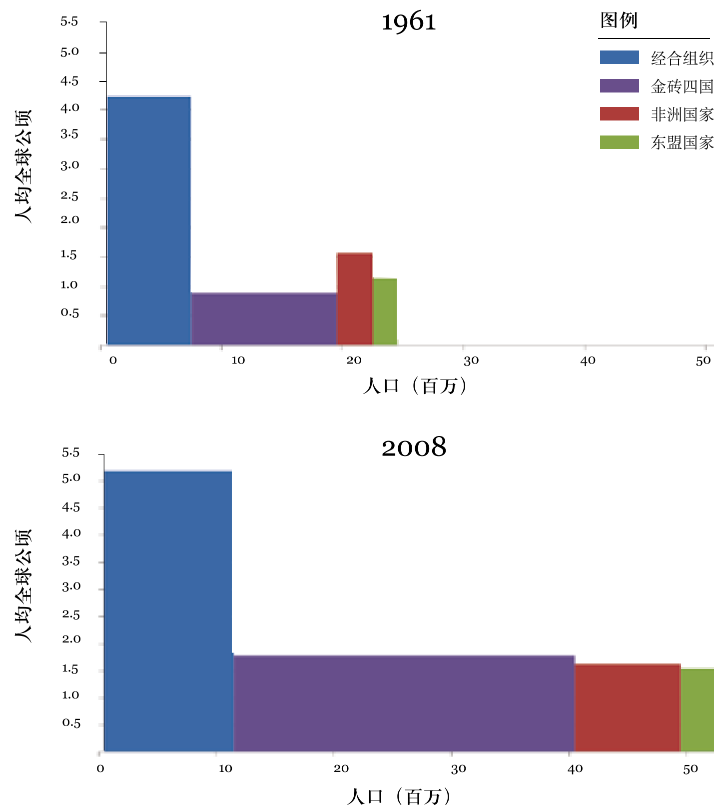


图 1.3 1961–2008 年四个经济区的生态足迹总量

每个方块代表了此区域的人均生态足迹与人口的乘积，即生态足迹总量。

数据来源：全球足迹网络，2011

2008 年，这四个经济区占据了 81% 的全球人口，86% 的全球生物承载力和 75.3% 的全球生态足迹。金砖国家拥有最多的全球生物承载力，经合组织紧随其后。这两个经济体的国家占世界生物承载力的三分之二（图 1.4）。

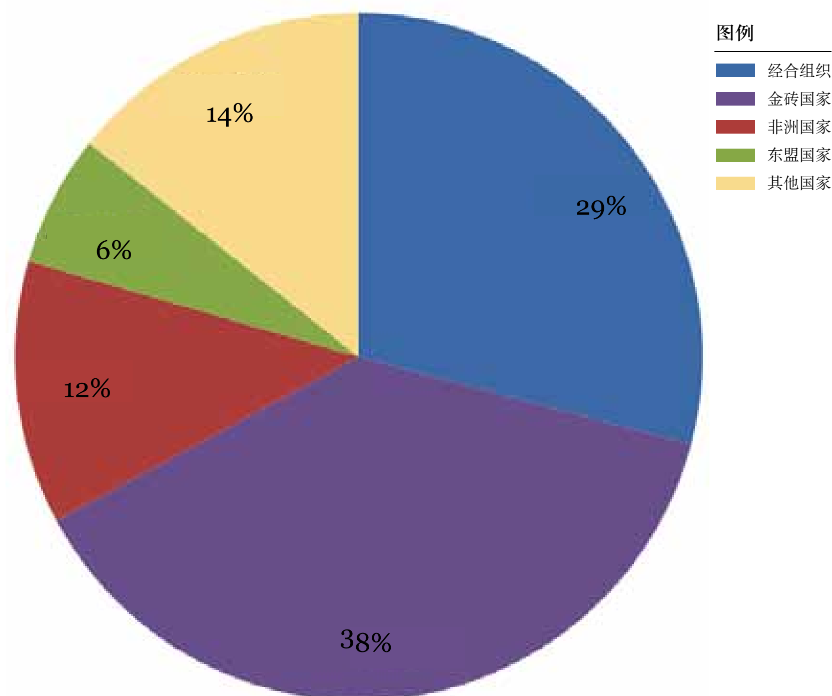


图 1.4 2008 年四个经济区占全球生物承载力的比例

2008 年，全球生物承载力总量达到 1.2 亿全球公顷。经合组织、金砖国家、非洲国家和东盟国家占据了全球生物承载力的 86%。

数据来源：全球足迹网络，2011

全球不同国家间的人均生态足迹相差较大（图 1.5）。这主要是由国家间财富和生活水平的差异造成的。其中，卡塔尔的人均生态足迹最大，2008 年为 11.7 全球公顷，约是中国的 6 倍。国家足迹账户中有 1/4 国家的碳足迹占其生态足迹的一半以上，有大约一半国家的碳足迹是生态足迹的最大组分。图 1.5 所列的 150 个国家中，有近 90 个国家的人均生态足迹超过了全球人均生物承载力（1.8 全球公顷），其余五分之二国家的人均资源需求低于全球人均可利用生物承载力。

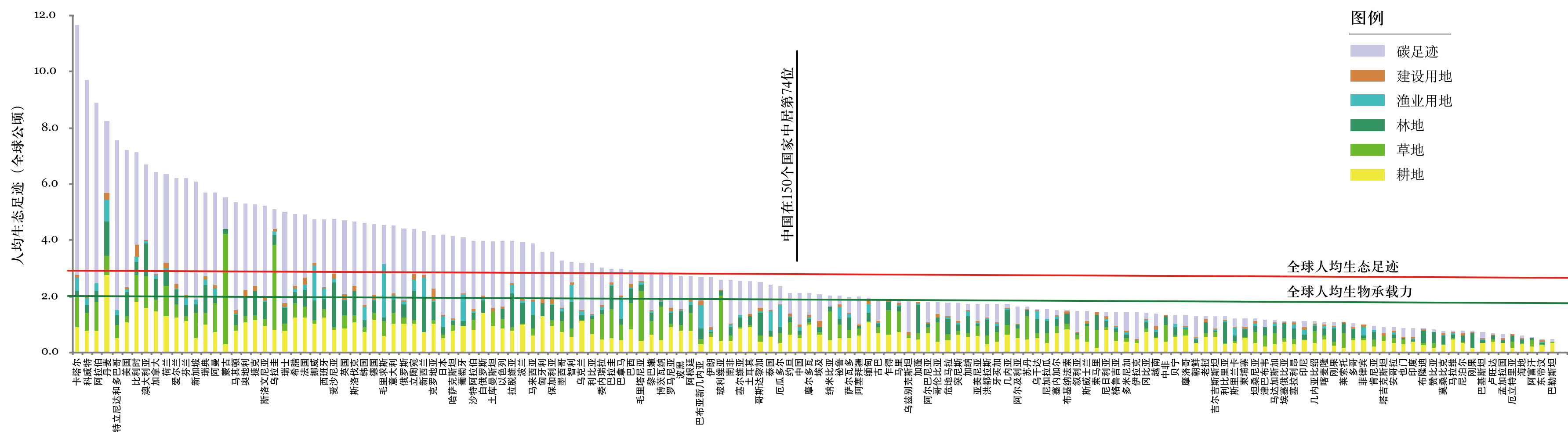


图 1.5 国家账户中 150 个国家的人均生态足迹（2008）

数据来源：全球足迹网络，2011

中国的生态足迹

2008 年，中国的人均生态足迹为 2.1 全球公顷，低于全球平均的人均生态足迹（2.7 全球公顷），但也高于全球人均生物承载力水平（1.8 全球公顷），排名世界第 74 位（图 1.5、1.6）。

中国生态足迹总量 2008 年达到 29 亿全球公顷，尽管中国的人均生态足迹仅为世界平均水平的 80%，但由于人口数量大，其生态足迹总量是全球各国中最大的。相比较而言，美国的人均生态足迹为 7.2 全球公顷，是中国的 3.4 倍，排名世界第六。但是，由于人口规模相对小，美国的总生态足迹为 22 亿全球公顷，低于中国的生态足迹总量。

自 20 世纪 70 年代初，中国消耗可再生资源的速率开始超过其再生能力，出现生态赤字（图 1.6），与全球及大部分国家类似，中国自此一直处于生态赤字之中。2008 年，中国人均生态足迹是其人均生物承载力（0.87 全球公顷）的将近 2.5 倍。

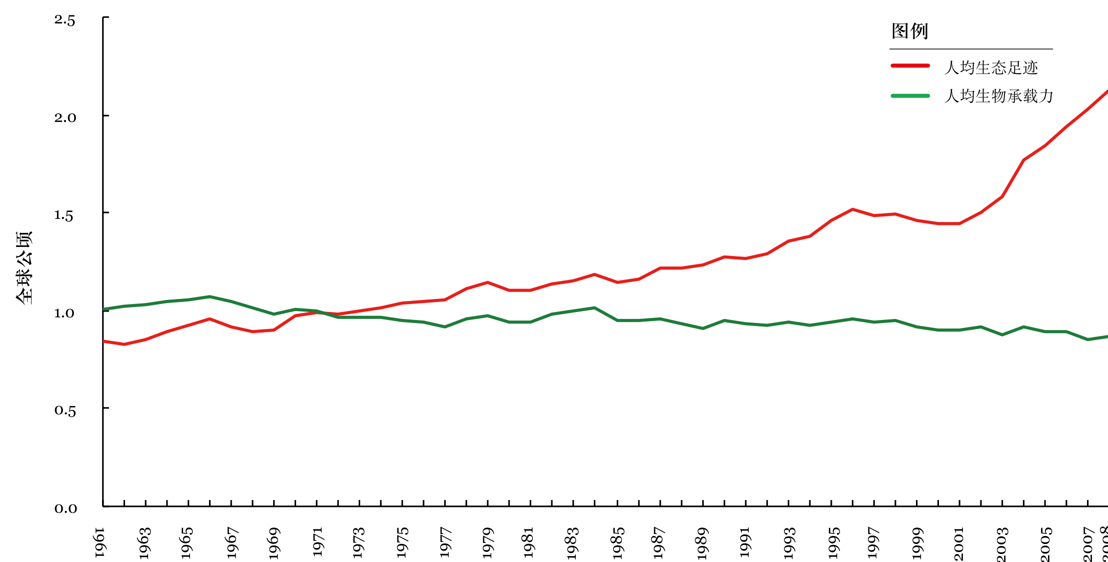


图 1.6 1961–2008 年中国的生态足迹与生物承载力

数据来源：全球足迹网络，2011

不断增长的人均消费与人口是导致中国生态足迹总量增长的原因。中国是全球人口最大的国家，但是中国人口在世界人口中的占比在过去的五十年中相对稳定。近年来，中国的人均生态足迹增长比较明显：2000 年之前，其增长速度是平均每年人均增长 0.02 全球公顷，这一数字在 2000 年到 2008 年间增长到了 0.07 全球公顷（图 1.7）。

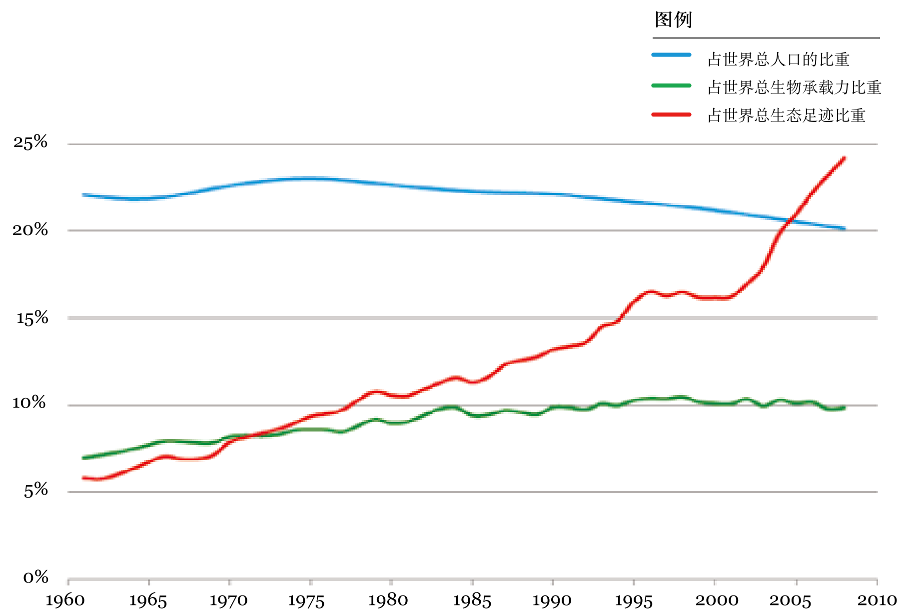


图 1.7 中国与世界

尽管中国人口和生物承载力在全球的占比保持相对稳定，中国的总生态足迹从 2000 年开始，由于人均消费的明显增长而迅速上升。

数据来源：全球足迹网络，2011

中国的生态足迹中，增长最快的组分是碳足迹（图 1.8）。2008 年，碳足迹占中国生态足迹的 54%，自 1961 年以来增加了 15 亿全球公顷，这与全球及大部分国家的情形是类似的。1961 至 2008 年，全球碳足迹占生态足迹的比例增长了 28.4%，从 36% 上升到 55%。

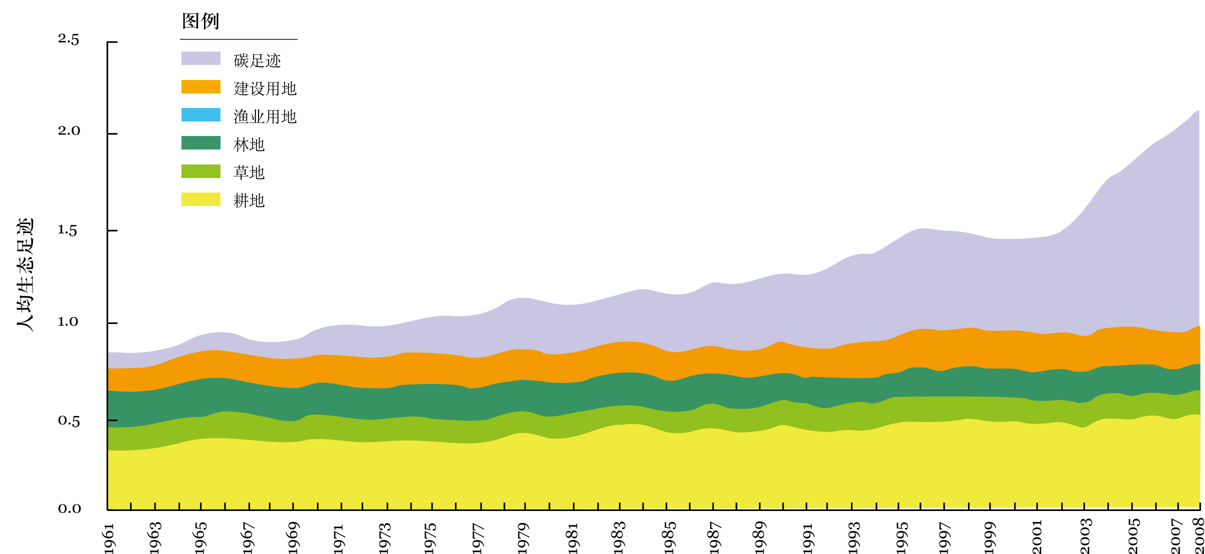


图 1.8 1961–2008 年中国生态足迹的组分构成

近 50 年来，中国的人均生物质足迹相对保持稳定，而碳足迹增长显著。1961 年碳足迹占生态足迹的 10%；1998 年占 35%；2003 年占 41%；2008 年占 54%。从 2003 年到 2008 年，中国的人均碳足迹增加了 76%。

数据来源：全球足迹网络，2011

中国大陆各省份的生物承载力与生态足迹[1]

在中国，区域人口对自然的生态需求与自然的可更新力都存在明显的差异。基于省份（包括省、直辖市、自治区，下同）尺度认识与了解这种差异，是一件很有意义的事情。既有助于详细地了解中国生态服务的供需情形，也有助于制定富有针对性的措施来控制生态足迹增长。

省份尺度上，中国的生物承载力，无论人均水平，还是总量水平，都是不均匀的。

2009 年，中国约一半的生物承载力集中在山东、河南、四川、内蒙古、云南、黑龙江、河北、湖南与江苏。山东、河南与江苏丰富的生物承载力主要惠益于生态系统的可更新能力，每平方公里土地上产生的生物承载力高达 500 全球公顷以上，内蒙古丰富的生物承载力则主要得益于丰富的生态系统面积。由于人均生态用地少或土地生产力低，北京、天津、上海、重庆、海南、山西、宁夏、青海的生物承载力在全国居于末位，这些省份的生物承载力合计不及山东一省的生物承载力（图 1.9）。

人均生物承载力（图 1.10）的区域差异以人口瑷珲－腾冲线为分水岭。该线以西省份如西藏、青海、内蒙古、新疆，人口相对稀疏，人均生态土地资源丰富，人均生物承载力相对丰富。相比而言，瑷珲－腾冲线以东的省份，人口稠密，人均生态土地资源少，人均生物承载力相对低。

1 由于数据可得性限制，本报告中的区域数据仅包括中国大陆 31 个省、自治区、直辖市（以下简称省份），未包括香港、台湾与澳门的数据。在本期报告中，全球及各国的可得数据最近年份为 2008 年，而中国国内各省及贸易数据可追踪至 2009 年，详细信息见附录一。

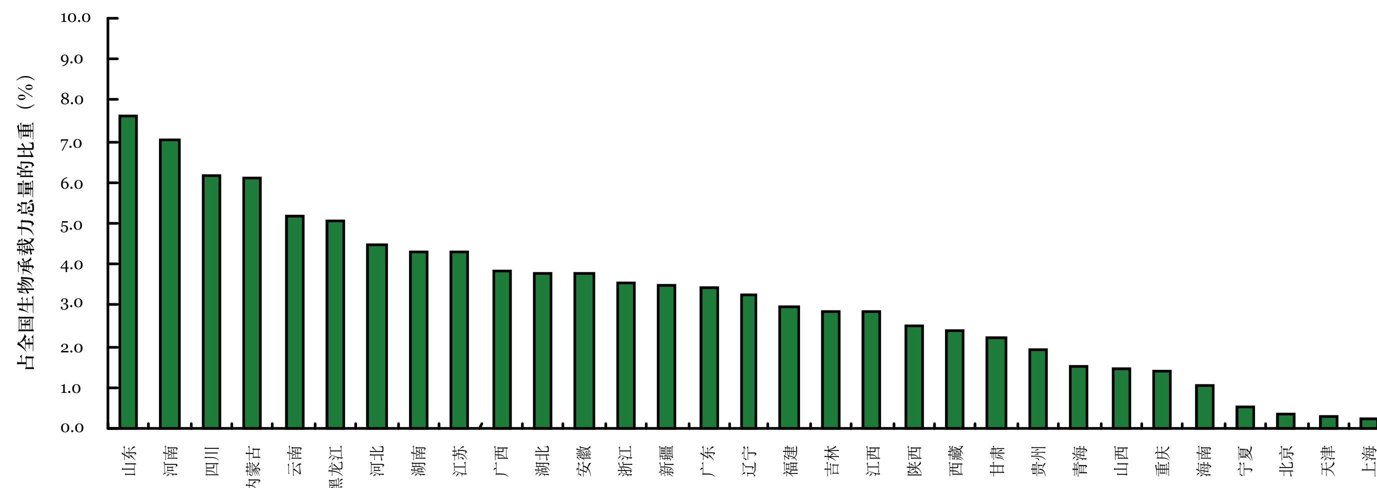


图 1.9 中国大陆省份的生物承载力总量（2009）

生态用地面积与其可更新能力决定着区域的生物承载力总量。中国生物承载力总量最高的九个省份集中了全国 50% 的生物承载力，而最低的八个省份的生物承载力合计不及山东一省生物承载力。

数据来源：中国科学院地理科学与资源研究所，2012

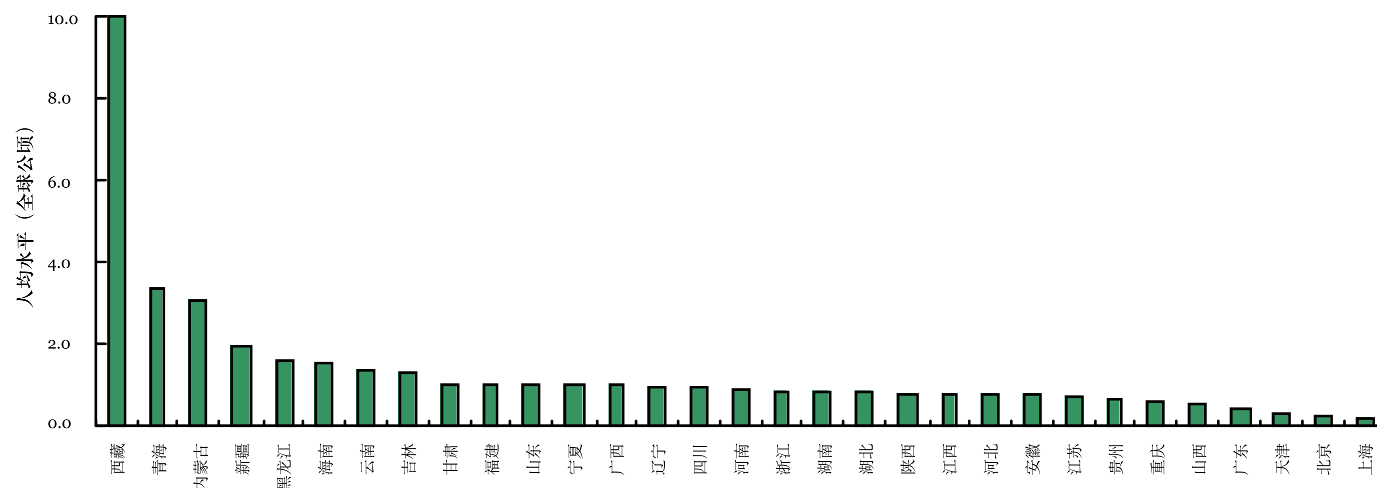


图 1.10 中国大陆省份的人均生物承载力（2009）

中国人均生物承载力的区域差异以人口分布瑷珲－腾冲线为分界，表现为西高、东低，与人均生态土地资源西多、东少相一致。

数据来源：中国科学院地理科学与资源研究所，2012

生态足迹在中国省份间的分布也是不均匀的。人均生态足迹的区域差异主要表现在东部与中西部之间（图 1.11）。总体上，东部省份的人均生态足迹高，中西部省份的人均生态足迹相对低。同时，东部省份也是经济较为发达，人口集中的区域。2009 年，中国经济发展水平与城镇化率双高的三大直辖市——北京、上海与天津，人均生态足迹在全国 31 个大陆省份中居于前三位。

在人口分布的影响下，中国区域生态足迹总量（图 1.12）的空间差异明显高于人均生态足迹的空间差异。广东因人口规模与人均生态足迹都相对高，继续保持中国区域生态足迹总量第一的地位。位于中国中部的河南，虽然人均生态足迹在全国各省份中居于后列，但由于人口规模大，区域生态足迹总量在全国各省份中居于前列。可见，中国区域生态足迹的形成原因具有区域差异性。因而，适宜采用区域化的措施，控制生态足迹增长。

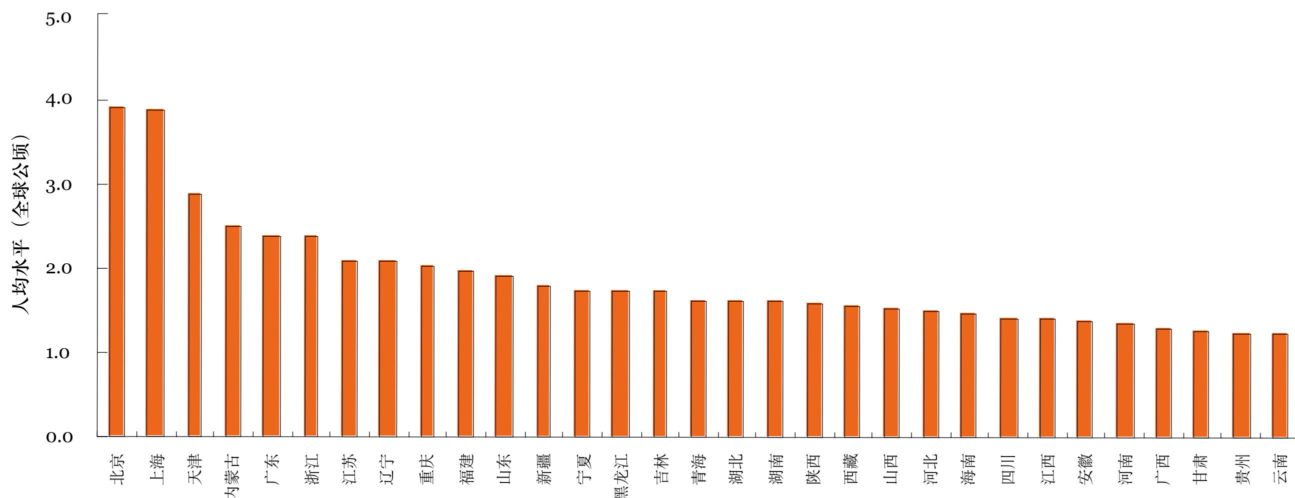


图 1.11 中国大陆各省份人均生态足迹（2009）

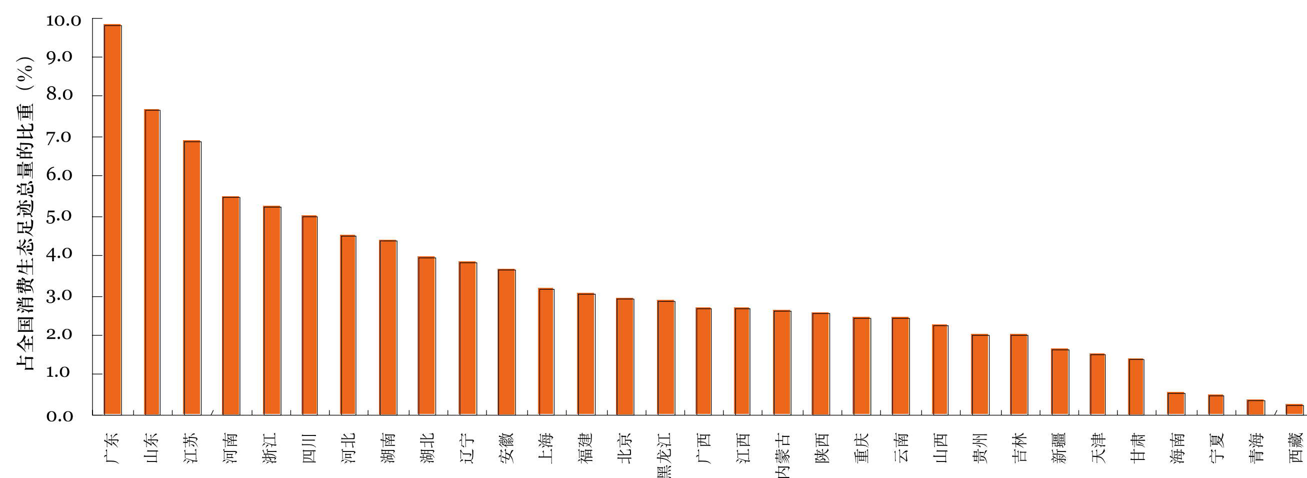
中国东部省份的人均生态足迹总体上较广大中西部省份的人均生态足迹高。

数据来源：中国科学院地理科学与资源研究所，2012

图 1.12 中国大陆省份人口消费的生态足迹总量（2009）

中国大陆省份间的生态足迹总量差异悬殊。广东的生态足迹接近全国总量的 10%，比贵州、吉林、新疆、天津、甘肃、海南、宁夏、青海与西藏 9 省份的生态足迹总量之和还多。

数据来源：中国科学院地理科学与资源研究所，2012



碳足迹依然是驱动中国及各省份生态足迹增长的主要足迹组分（图 1.13）。在中国大部分省份，碳足迹占其生态足迹的比重都超过了 50%。

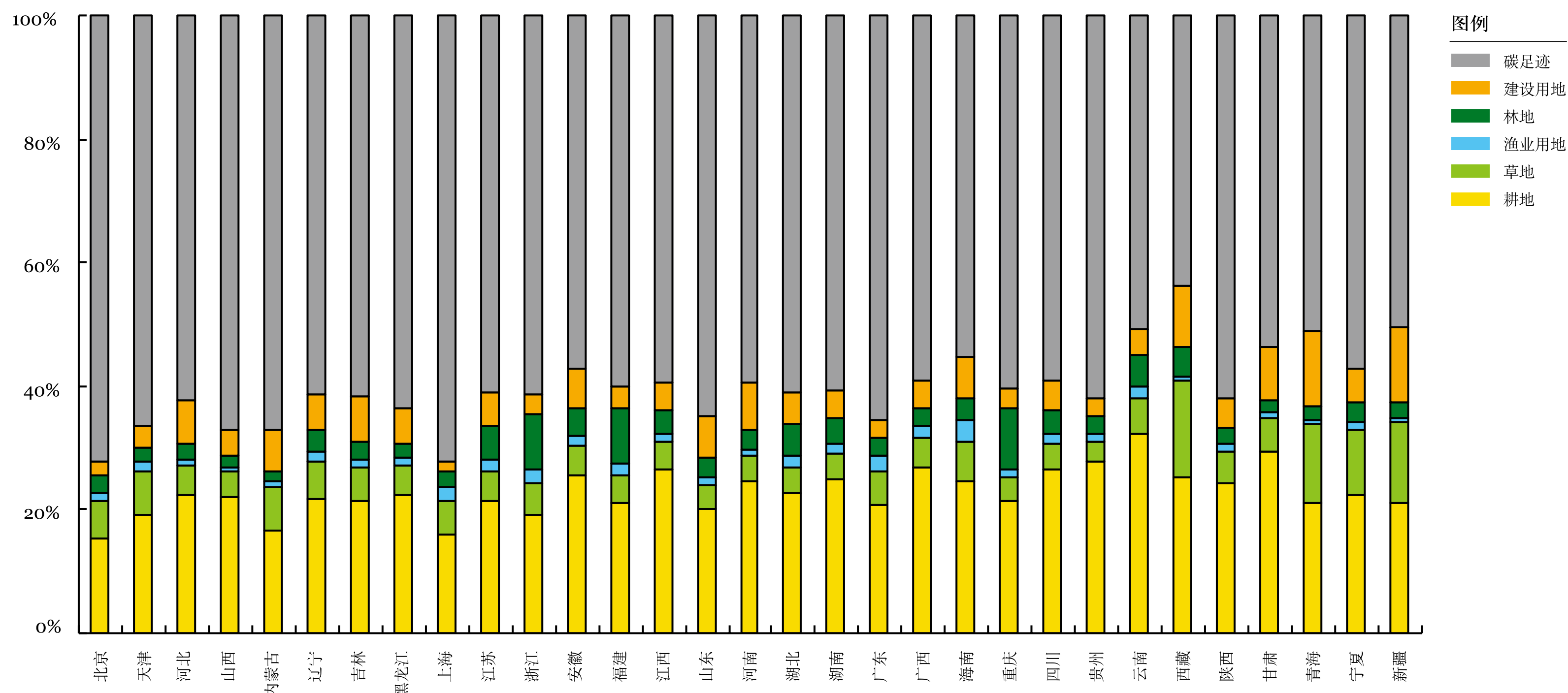


图 1.13 中国各省份生态足迹组分（2009）

数据来源：中国科学院地理科学与资源研究所，2012

人们往往容易低估生态足迹的真实大小，主要原因在于人们往往不知晓那些隐含起来的间接生态服务消费，尤其是隐含的碳足迹。在人们的生活中，有些能源是直接消费的，如使用煤炭与汽油，这类能源消费的碳足迹属于直接碳足迹。有些能源是间接消费的，如购买的产品与服务中隐含的能源消耗带来的碳足迹，这类属于间接碳足迹，很容易被忽视。从图 1.14 可见，间接碳足迹是中国各省份碳足迹的主要来源。特别是在东南沿海和四川盆地地区，间接碳足迹对区域碳足迹的贡献高达 90% 左右。因此，降低生态足迹增长不能仅局限于家庭部门，更需延伸到产品生产和服务提供的所有经济部门。

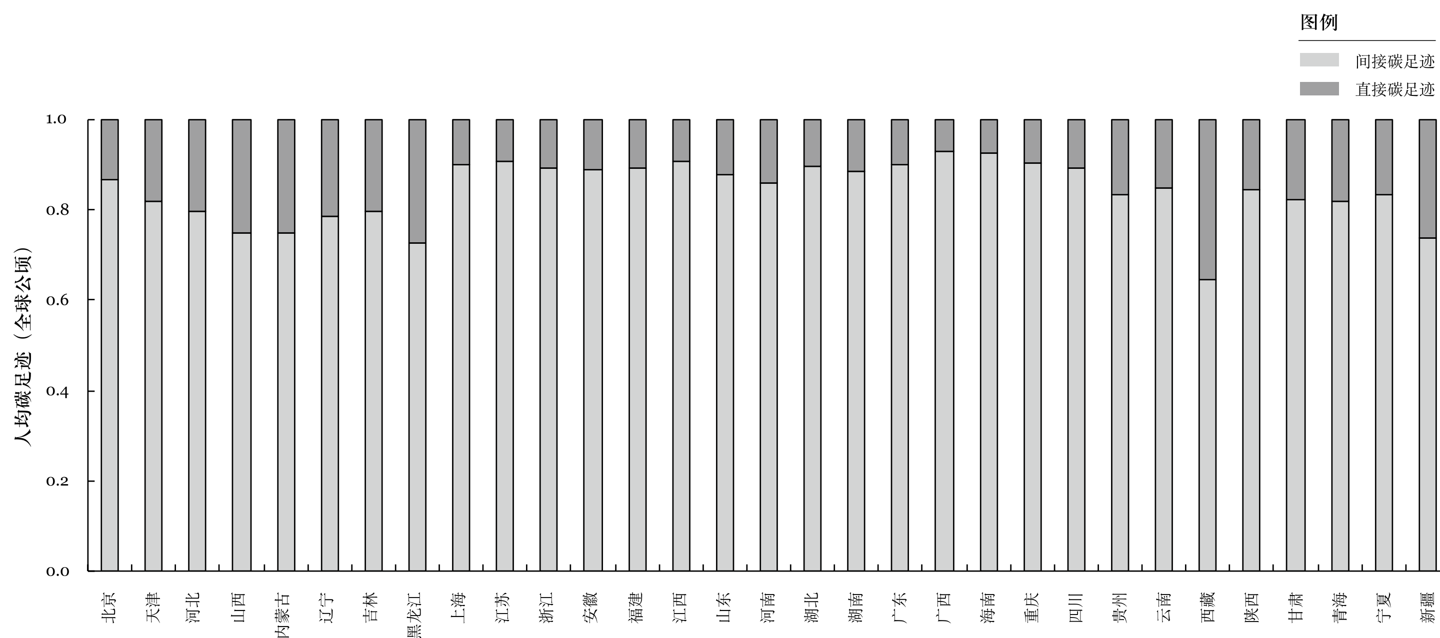


图 1.14 中国大陆省份的碳足迹分解（2009）

在中国大部分省份中，间接碳足迹占碳足迹的比例达到 70% 以上。

数据来源：中国科学院地理科学与资源研究所，2012

对比中国大陆各省份的生物承载力与生态足迹，2009 年，中国有 6 个省是生态盈余的（图 1.15 和 1.16），即区域人口的生态足迹在本地可用的生物承载力之内。它们为西藏、青海、内蒙古、新疆、云南和海南。

在生态赤字省份中，约 3/4 省份的生态赤字属于碳足迹吸收用地赤字类型，即这类区域的生物承载力大于区域生物质生态足迹，是生物质承载力盈余的，但盈余幅度不能满足区域碳吸收用地的生态需求。另外 1/4 生态赤字省份在生物质生产与碳排放吸收的生态需求上都是赤字的。

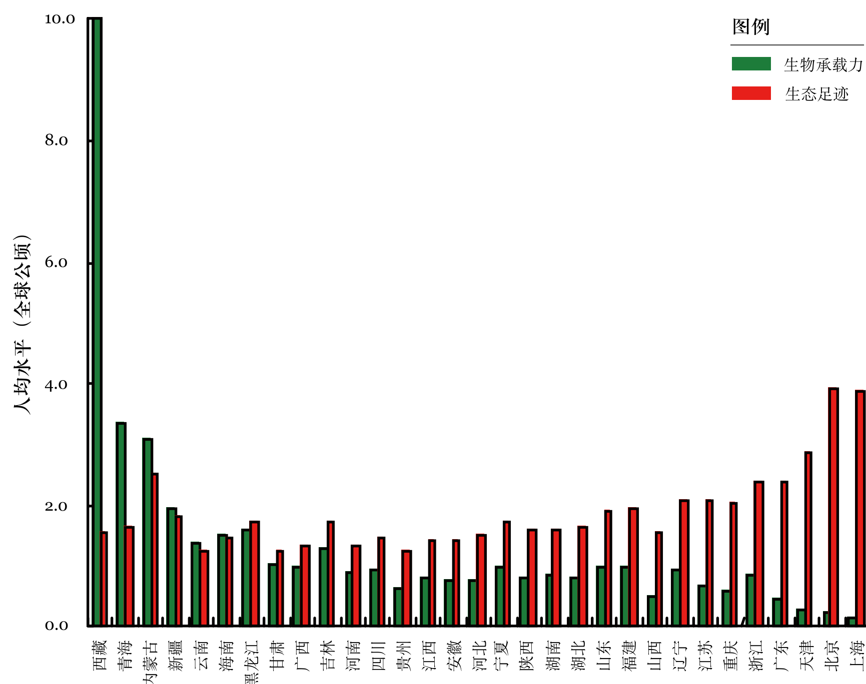


图 1.15 中国区域生态足迹与生物承载力对比（2009）

横坐标按人均生态赤字由小到大排序。东部经济发达地区人均生态足迹较高，人均生物承载力相对较小，生态赤字严重。西部地区人均生物承载力较高，生态足迹相对较低，拥有一定的相对生态优势。东西部地区应采取不同的策略应对生态足迹问题：对东部地区来说，转变消费模式，控制生态足迹，是重点。对西部地区来说，发挥资源优势，投资绿色资本，实现自然资本价值与自然资源可持续管理，从而增进本地的可持续发展能力是关键。

数据来源：中国科学院地理科学与资源研究所，2012

图 1.16 中国区域居民消费的生态影响模式（2009）

区域生态赤字的原因可能是物质性的生物资源短缺、功能性的碳消纳能力短缺，以及二者的共同作用。因此，生态赤字可被细分为生物质赤字与碳吸收用地赤字。其中，碳吸收用地赤字是指区域生物承载力大于区域生物质足迹，是生物质承载力盈余的，但盈余幅度不足以完全抵消区域的碳足迹的情形；生物质承载力赤字是指区域的生物承载力不足以支持区域对生物质资源的消费需求，因而更不能满足抵消区域碳足迹的生态需求的情形。

数据来源：中国科学院地理科学与资源研究所，2012



中国生态足迹的全球影响

本期报告继续基于生物质生态足迹角度，分析中国生态足迹的全球影响。消费者的生物质生态足迹仅仅包括消费者所消耗的生物质产品所占用的林地、耕地、草地和渔业用地，而没有考虑隐含在贸易中的碳足迹。实际上是由生产者跨区域提供给消费国、未考虑吸纳生物质产品生命周期全过程的二氧化碳排放所需林地的生物承载力。在本期报告中，通过与中科院自然资源与地理研究所的技术合作，参与计算的贸易产品类型由《中国生态足迹报告2010》覆盖的 132 项增加为 455 项。

2009 年，伴随中国生物质商品贸易进、出口的生物承载力约占全球生物承载力总量的 2%。在生物质商品贸易上，中国是生物承载力净进口国。但是，由于进出口量大致相当，中国净进口的生物承载力很低。分担到中国人口上，人均净进口水平为 0.03 全球公顷，约占中国人均生物质消费的生态足迹 3%。目前中国主要依赖本国生态系统来满足居民的生态消费。

图 1.17 描述了中国与其 26 个 [2] 主要贸易伙伴国间的生物承载力往来联系。2009 年，中国约 80% 的生物质生物承载力进出口发生在与这些国家的产品贸易中。

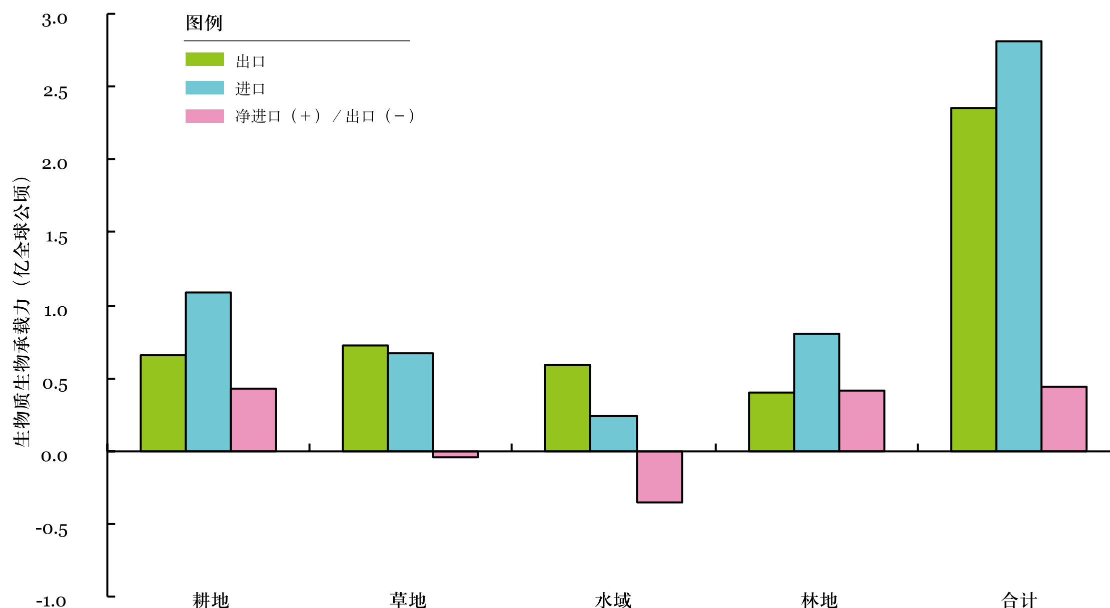


图 1.17 中国与 26 个贸易伙伴的生物承载力流动：基于生物质产品的分析

基于生物质产品对于国际流动的分析。就生物质承载力而言，中国是耕地与林地的净进口国，是渔业用地与草地的净出口国。生物质产品国际贸易上，中国出口的生物质产品的加工深度总体上高于进口的加工深度。

数据来源：中国科学院地理科学与资源研究所，2012

2 这 26 个国家包括：泰国、印度、新加坡、马来西亚、韩国、印度尼西亚、沙特阿拉伯、日本、比利时、西班牙、意大利、法国、俄罗斯、英国、荷兰、德国、墨西哥、智利、巴西、埃及、尼日利亚、南非、新西兰、澳大利亚、美国、加拿大

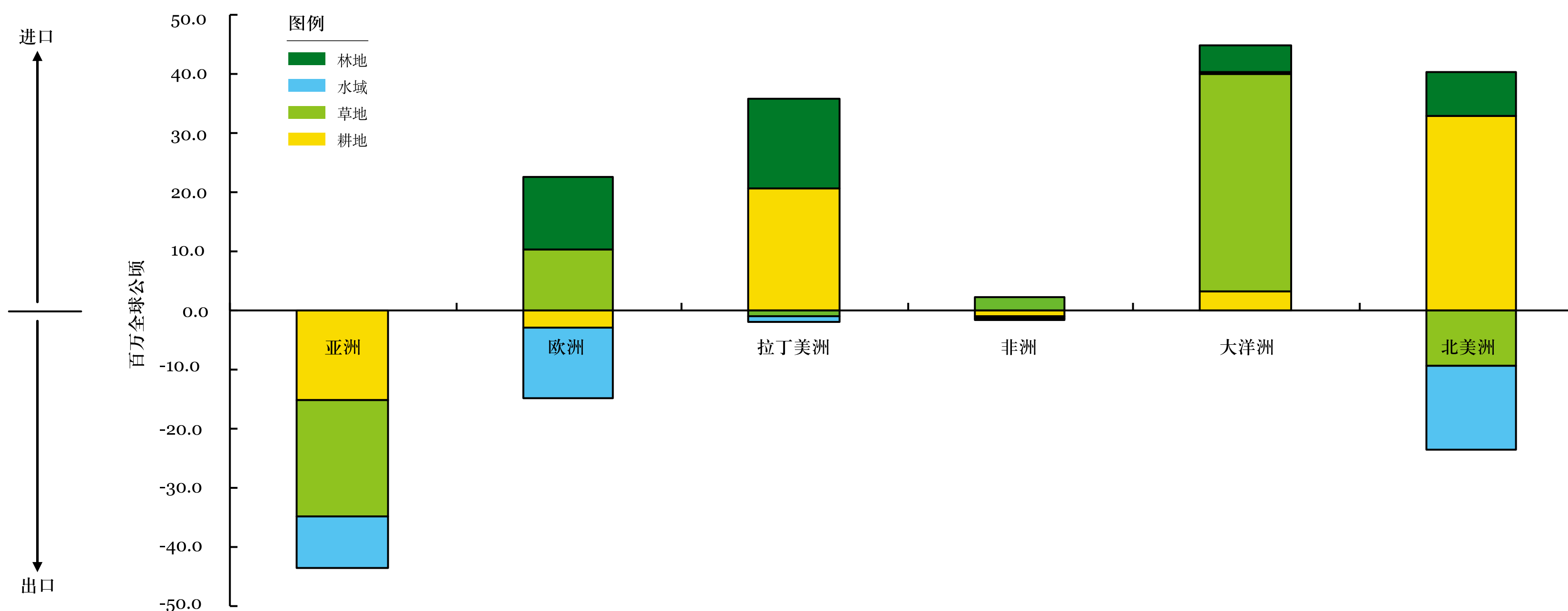


图 1.18 中国生物承载力国际流动的洲际格局

依选定主要贸易伙伴国生物质产品贸易的净进/出口信息汇总。

数据来源：中国科学院地理科学与资源研究所，2012

从选定贸易伙伴国所属洲汇总信息（图 1.18）看，中国净出口的生物质生物承载力主要输送到亚洲邻国日本与韩国。净进口的草地承载力主要来自大洋洲，而耕地与林地主要来自拉丁美洲。中国与欧洲和北美洲国家间的生物承载力贸易呈现合作与互补特征，在净输入林地承载力的同时，净输出了渔业用地承载力。

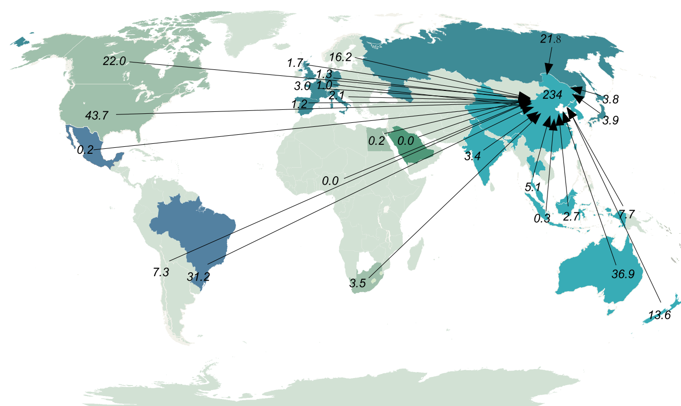


图 1.19 中国生物承载力进口：基于 455 种生物质产品（百万全球公顷）

数据来源：中国科学院地理科学与资源研究所，2012

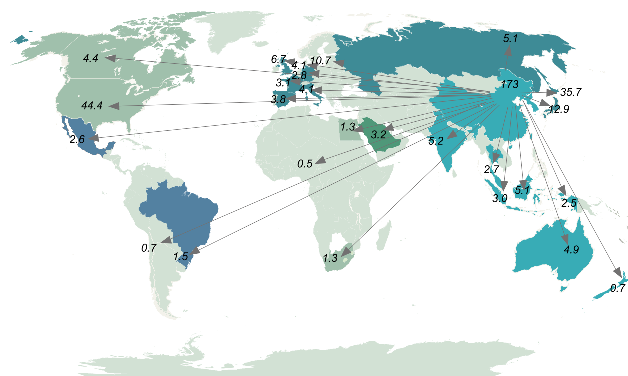


图 1.20 中国生物承载力出口：基于 455 种生物质产品（百万全球公顷）

数据来源：中国科学院地理科学与资源研究所，2012

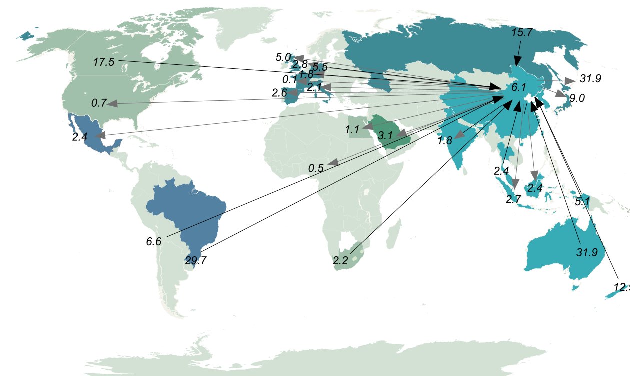


图 1.21 中国生物承载力净进 / 出口：基于 455 种生物质产品（百万全球公顷）

数据来源：中国科学院地理科学与资源研究所，2012

国际贸易具有互通有无、互补合作的作用：中国净进口的生物承载力主要来自生态盈余国或特定生物承载力组分的盈余国，净输出的的生物承载力主要目的地国为生态赤字国。然而，生态盈余国仅仅是生物承载力大于自身的生态足迹，在全球生态赤字不断扩大的背景下，资源竞争日趋激烈，受国际贸易影响，即便是生态盈余国也有可能面临生态足迹压力。如果中国能在互补贸易的基础上，在国际贸易与投资中进一步强化生态环境保护理念与标准，则可以为全球生态环境保护发挥更大的积极作用。

水足迹

水资源是工业生产和家庭生活不可或缺的生物生产力。水足迹作为生态足迹的补充，衡量了商品生产和服务中消耗的水量。

水足迹可以真实描述人类生产、消费活动对水资源产生的需求与影响，并可以为人类的用水需求赋予详细的时空属性。它类似于传统上严格定义的取水量，可以作为衡量淡水资源分配利用的一个综合性指标，能为讨论和研究水资源的可持续利用和公平分配提供工具支持，同时为评价当地的经济、社会和环境影响打下基础。

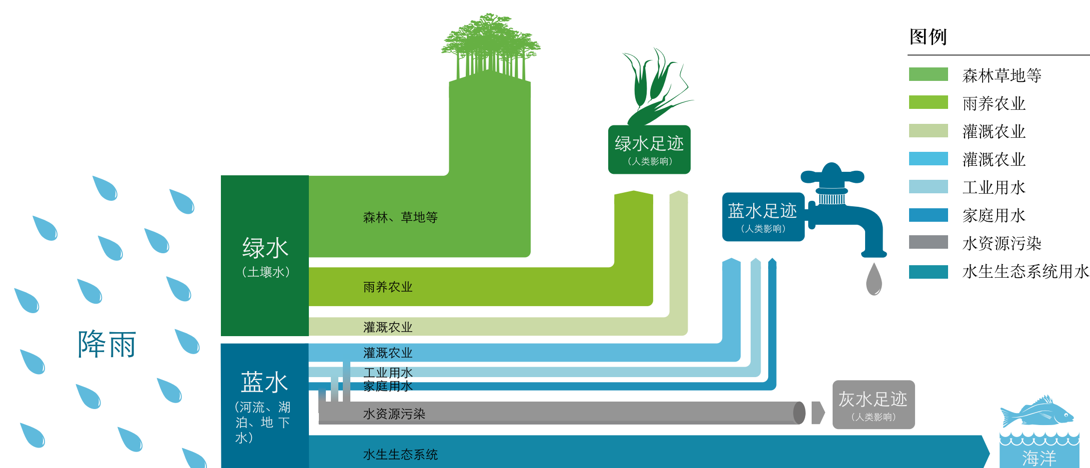


图 1.22 水足迹组成

水足迹包括三个组分：绿水足迹、蓝水足迹和灰水足迹。

绿水足迹主要指存在于土壤中并被农作物蒸腾消耗的自然降水量。

蓝水足迹指在产品生产过程中消耗的地表和地下水资源总量。

灰水足迹指容纳并稀释水污染物使之达到指定的浓度标准（一般为水环境水质标准）所需要的水资源量。

数据来源：非洲生态足迹报告，WWF，2012

生产水足迹

一个国家的水足迹往往可以从生产和消费两个角度去评价：即生产水足迹和消费水足迹。生产水足迹是指支持一个国家或地区在其本地产品生产与服务供给过程中所需要的淡水资源量，无论产品与服务在哪里被消费。

生产水足迹描述了支持人类生产活动中物品和服务消费所需的水资源总量。2009 年中国生产水足迹为 1.12 万亿立方米，约占世界生产水足迹（Hoekstra & Mekonnen，2012）的 12%，其中绿水足迹占比最多，为 45%、蓝水足迹占 29%、灰水足迹占 26%（图 1.23）。近 60% 的灰水足迹来自农业生产，说明农业生产活动是水环境污染的主要污染源。因而应该重视农业生产中化肥和农药的施用问题，以减少其对水环境造成的不利影响。

中国生产水足迹空间分布有显著的区域差异。大型城市（北京、天津、上海等直辖市）、自然条件造成的农业不发达地区（西藏、青海等）的生产水足迹水平低，以农业经济为主的地区生产水足迹高（图 1.24）。

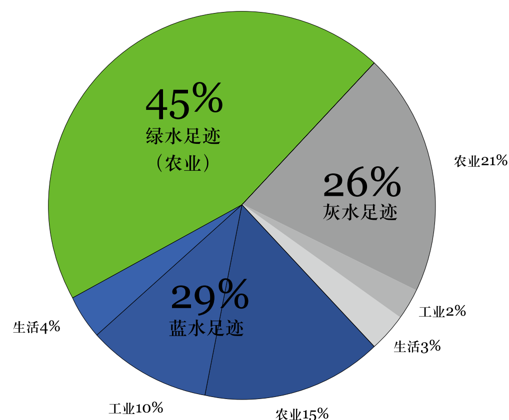


图 1.23 中国生产水足迹及其组成（2009）

绿色是中国生产水足迹的主要组分。相对于蓝水，绿水机会成本一般相对较低，对环境的负面影响也很小，在水资源安全和粮食安全中具有重要的作用。

数据来源：中国科学院地理科学与资源研究所，2012

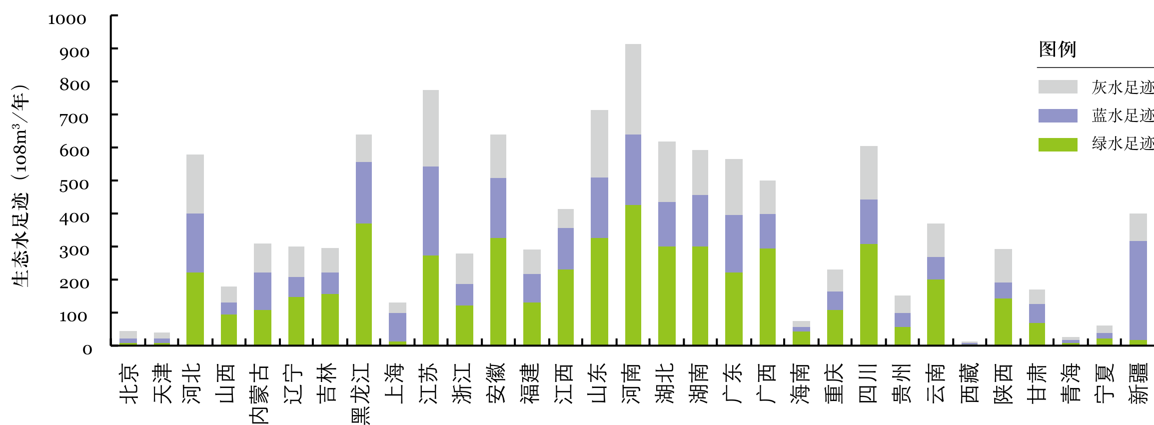


图 1.24 中国大陆省份的生产水足迹，2009

区域气候及生产功能定位的影响，不同地区的生产水足迹呈现不同的组分特征。如：广西，海南地处热带、亚热带、雨量充沛是全国绿水足迹比例最高的省份；新疆降水量小、空气干燥，生产生活用水主要来自蓝水，因此新疆是中国蓝水足迹比例最高的省份；北京、天津等大型城市，城市的生产功能定位决定其必然是全国灰水足迹组分比例最高的省份。

数据来源：中国科学院地理科学与资源研究所，2012

消费水足迹

消费水足迹指一个国家或地区居民消费的产品和服务所需的水资源总量，无论产品与服务是在哪里生产的。

中国人均消费水足迹不足全球平均水平的一半，然而中国人口规模大，人均拥有水资源量相应也少，因此，中国面对的水资源压力和挑战较大。

中国人均消费水足迹空间分布总体表现为城市化发达省份和东南部沿海省份的人均水足迹消费相对较高（图 1.25）。消费水足迹的区域差异也十分明显。全国各省份总消费水足迹排名前三的是广东、江苏、山东，其中广东最高，约 700 亿立方米，宁夏、青海、西藏排在后三位，西藏的消费水足迹不足 18 亿立方米。

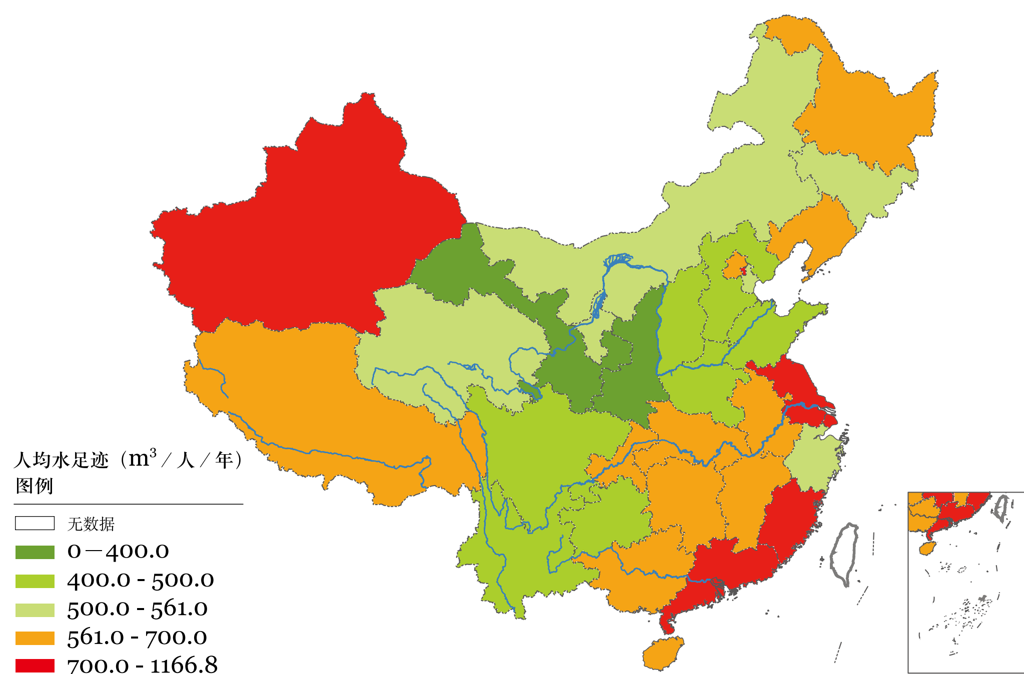


图 1.25 中国人均消费水足迹空间分布（2009）

超过全国平均人均水足迹的省份有 16 个，绿色表示省份的人均水足迹低于或等于全国人均水足迹；红色表示省份的人均水足迹高于全国人均水足迹。

新疆、上海、江苏、广东、福建最高，其中新疆、上海人均消费水足迹超过 1000 立方米；陕西、甘肃、河南、陕西人均水足迹低于 500 立方米。

数据来源：中国科学院地理科学与资源研究所，2012

水压力

水资源压力是指一个国家或地区生活、生产需要消耗的地表或地下水资源量（在此等于区域总生产水足迹与绿水足迹的差值）占该地区可更新水资源总量的比重。中国水资源压力在地区间各不相同，但是总体情况不容乐观。2009 年中国水资源压力处于重度压力（>100%，2009 年）的省份主要集中在大型城市和农业经济为主的北方地区。中国水资源高度至重度压力地区主要集中在华北、华中等黄河和长江的下游地区。且大多地区水资源压力逐步加重，有从北方向南方延伸的趋势。合理的水资源空间配置，进一步的产业结构调整及虚拟水战略，是缓解中国水资源压力的有效途径。



图 1.26 中国水资源压力分布（2009）

数据来源：中国科学院地理科学与资源研究所，2012

地球生命力指数

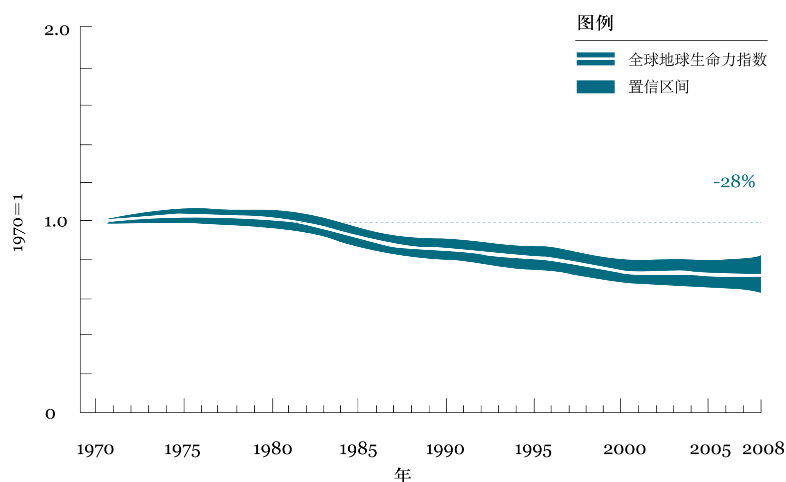


图 1.27 全球的地球生命力指数

资料来源：伦敦动物学会，2012

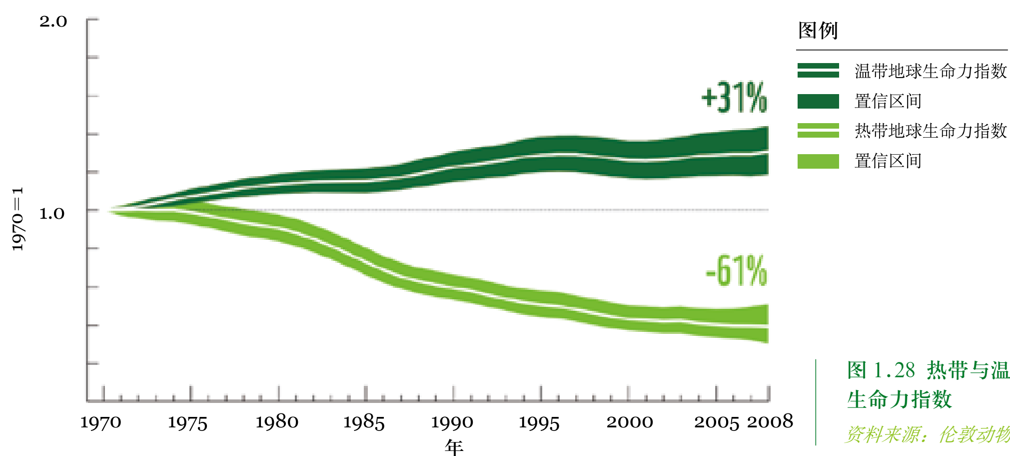


图 1.28 热带与温带地区的地球生命力指数

资料来源：伦敦动物学会，2012

全球地球生命力指数

地球生命力指数（LPI，Living Planet Index）通过追踪全球脊椎动物种群数量随时间的变化反映不同层面生物多样性的变化趋势，被全球生物多样性公约采纳为衡量全球生态系统健康状态的主要指标之一(Collen et al.，2008)。从 1998 年至今，LPI 随 WWF《地球生命力报告》每两年更新一次。2012 年最新公布的全球 LPI 追踪了 2688 个脊椎动物物种，共 9014 个种群的时间动态，该指数表明：1970 至 2008 年间，全球脊椎动物种群数量下降约 28%（ZSL，WWF，2012），其中热带地球生命力指数下降了 61%，而温带指数上升了 31%。

全球 LPI 为全球水平生物多样性保护方针、策略、协议框架的制订提供了定量参考依据，其与生态足迹相结合探讨了不同生态系统的生物多样性对人类干扰和环境变化的响应；LPI 数据库中种群时间序列信息及各级运算结果为种群管理、物种濒危状况评估，以及有害和外来物种控制等提供了丰富的参考信息。地球生命力指数还可运用于区域、国家、生态系统等多个尺度，根据实际生物多样性保护目标而建立的指数具有更强的保护实践指导和政策推动意义。

中国地球生命力指数

中国是全球公认的十二个“生物多样性巨丰[3]”国家之一，拥有脊椎动物超过6500种，占世界脊椎动物总数的14%。但是，中国也是全球生物多样性丧失最为严重的国家之一，并且是全球LPI数据库的“信息天窗”，该数据库中采集自中国的物种数不足全国物种总数的0.8%，不仅无法反映中国生物多样性和复杂生态系统的的真实状况，也影响了中国所在世界动物地理分区的LPI趋势估计的准确性。

为了建立中国的LPI，首先必须建立中国脊椎动物种群时间序列数据库，这是我们目前正在做的工作，旨在为将来建立中国的LPI奠定基础。中国地球生命力指数数据库的物种数量信息收集自已发表的国内外学术论文、专著、政府报告、各保护区调查报告、权威机构和组织正式发表或公布的数据库或物种分布及数量记录。建设中的中国LPI数据库收集了从1952年至2011年间485个物种的1417个种群时间序列，其中兽类125 种，鸟类210 种，两栖动物32种，爬行动物 27种，鱼类93 种，占中国脊椎动物物种总数量约8%。数据库中的种群信息基本覆盖了全国除台湾、澳门和香港以外的全部行政区域，使中国所在世界动物地理分区在全球LPI数据库中的物种数量增加了30%–40%，将有效的对目前该区域的LPI进行修正。

中国LPI运算方法采取全球LPI和已发表的乌干达、加拿大、北极等国家和区域LPI相同的计算方法（Martin and Collen ，2010；McRae et al.，2010；），但将在数据的分层分析、物种选择上充分考虑中国的动物地理区系和复杂多样生态系统的特点。

3 生物多样性巨丰国家是指世界上公认的十二个拥有全世界最高比例的生物多样性的国家，包括巴西、厄瓜多尔、秘鲁、墨西哥、扎伊尔马达加斯加、澳大利亚、中国、哥伦比亚、印度、印度尼西亚、马来西亚。

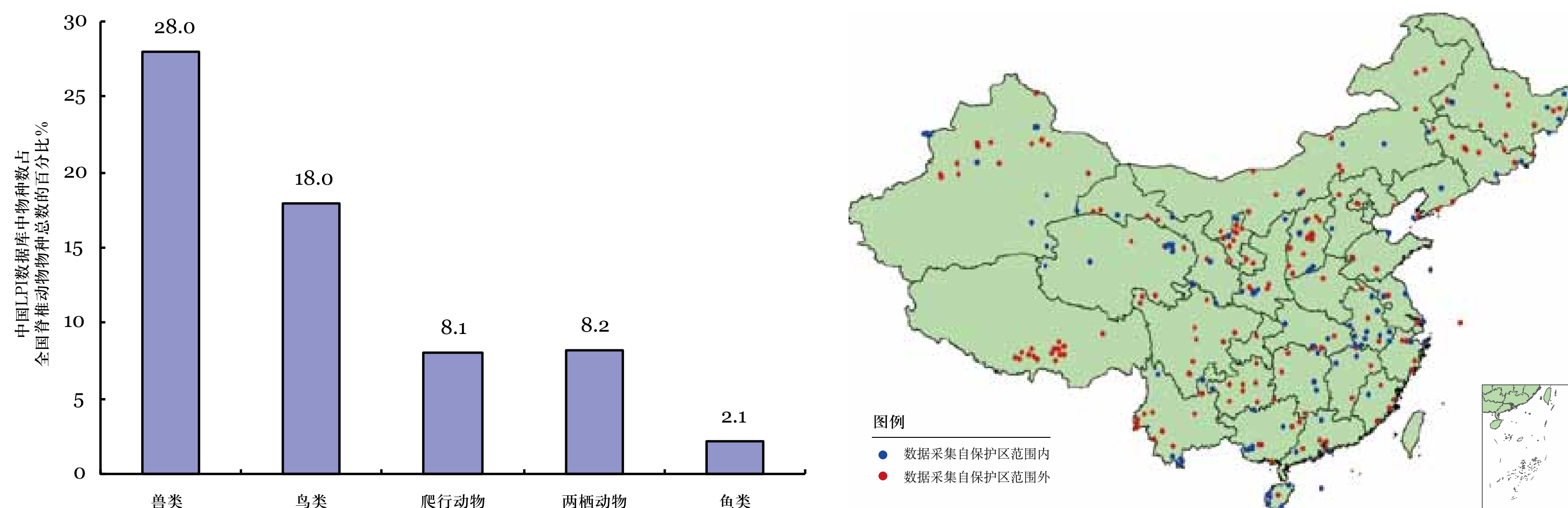


图 1.29 中国 LPI 数据库中脊椎动物种群分布

数据来源：中国科学院动物研究所，2012

中国地球生命力指数研究案例—中国不同生态系统“关键”和“旗舰”物种的历史变化趋势

关键物种和旗舰物种是生态系统中具有指示意义的物种，通过对此类物种的保护同时也会使其它处于同一栖息环境的物种受益。因此，中国地球生命力指数案例研究选择了：不同纬度森林生态系统中的旗舰物种东北虎、大熊猫、亚洲象、海南长臂猿；沙漠生态系统的旗舰物种野生双峰驼；长江淡水生态系统中的旗舰物种白鳍豚和扬子鳄；湿地生态系统的旗舰物种朱鹮和麋鹿；青海湖盐湖生态系统中的关键物种青海湖裸鲤；CITES[4] 重要资源物种—麝等（图 1.30），旨在通过追踪这些物种的种群数量随时间变化的趋势，初步了解其所处生态系统的健康状况，并结合对其物种和栖息地保护历史、人为干扰和环境变化等因素对指数趋势进行分析和验证。

对中国不同生态系统十余个关键和旗舰物种的 LPI 趋势估计显示：这些物种虽然受到关注和优先保护，但除了朱鹮和麋鹿以外的不同生态系统中的动物种群都呈现出下降的趋势，在上世纪六十至八十年代尤为显著。大熊猫作为明星物种在中国最早受到关注并一直维持着稳定的保护投入和政策支持，其种群变化趋势指数上也反映出缓慢恢复的趋势；亚洲象也有类似的趋势；朱鹮和麋鹿是就地保护和物种再引入的两个成功案例，在人口相对密集的区域设立的保护区和严格的栖息地保护和种群监测管理使其种群快速增长，并成为其所在区域其他物种的“避难所”。但是其他各个生态系统中关键和旗舰物种的种群变化趋势指数中目前还未能反映出物种保护的显著效果，这主要是因为物种恢复是一个长期的过程，特别是针对种群基数很低，繁殖率低的珍稀濒危物种需要维持长期稳定的保护投入和严格的栖息地保护管理。

对地球生命力指数的案例测试显示：地球生命力指数可以较为准确的跟踪和反映不同物种的变化趋势，不同濒危等级的物种发展趋势有较显著的差异；不同生态系统中物种的指数变化趋势，可以指导我们从保护政策制订和实施上按照不同生态系统的健康状况进行考虑和布局。

4 CITES 即《濒危野生动植物物种国际贸易公约》（Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora）的英文缩写，亦称华盛顿公约，于 1973 年联合国人类环境大会上签署。《公约》的宗旨是对其附录所列的濒危物种的商业性国际贸易进行严格的控制和监督，防止因过度的国际贸易和开发利用而危及物种在自然界的生存，避免其灭绝。

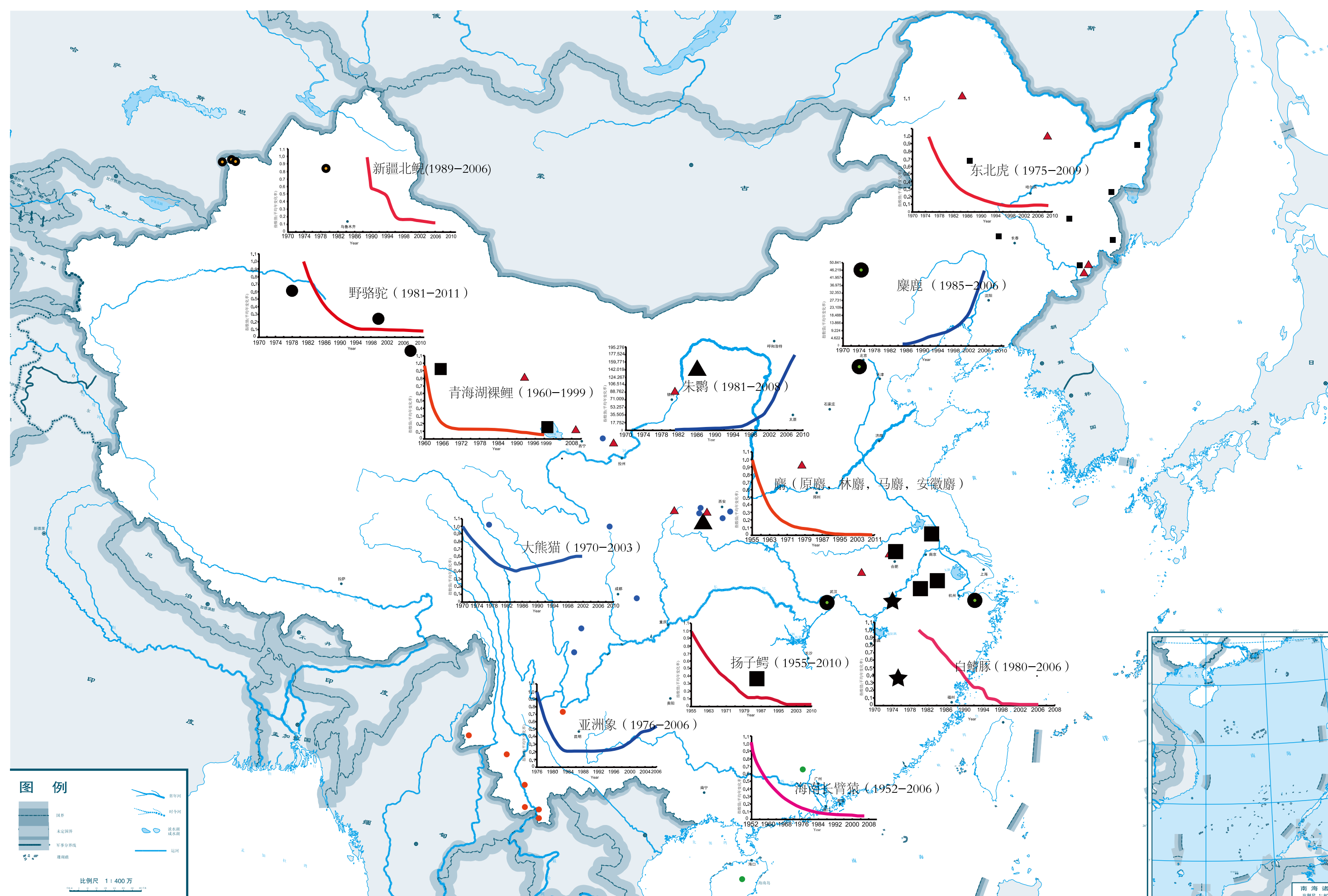


图 1.30 中国不同生态系统的关键物种与旗舰物种的 LPI 变化趋势

数据来源：中国科学院动物研究所，2012

物种名称	现状
朱鹮	极危，湿地生态系统旗舰物种：就地保护种群数量 1981 至 2007 间上升了 176 倍。
麋鹿	野外灭绝，湿地生态系统旗舰物种：再引入种群 1985 至 2005 年间上升了 50 倍。
大熊猫	濒危，温带森林生态系统旗舰物种：由于捕杀和栖息地环境恶化其种群数量在 1970 至 1985 年间下降了近 60%，其后由于对该物种关注度的提高和持续的保护投入，种群数量缓慢回升。
亚洲象	濒危，热带和亚热带森林生态系统旗舰物种：其种群经历了上世纪 80 年代以前的快速下降之后，呈缓慢回升趋势。
青海湖裸鲤	青海湖湿地生态系统的关键物种：由于过度捕捞和环境变化 1960 年至 1999 年间下降了 90%。
新疆北鲵	濒危，栖息地环境变化和过度捕杀使其种群 1989 至 2006 年间下降了 88%。
中国麝科动物	濒危，CITES 重要资源物种：上世纪 80 年代以前以获取麝香为目的的过度狩猎，中国加入 CITES 公约后仍猖獗的麝香走私、盗猎和栖息地破坏使其种群数量 1955 至 2010 年间下降了 99%。
东北虎	濒危，针叶林生态系统旗舰物种：1975 至 2009 年间下降了 92%。
野生双峰驼	极危，沙漠生态系统旗舰物种：在上世纪 90 年代《野生动物保护法》颁布实施前，由于捕猎使其种群于 10 年间下降了 90%，其后由于种群基数低，加之干旱荒漠化加剧、放牧和采矿等人类活动干扰种群恢复缓慢。
扬子鳄和白鳍豚	极危，长江生态系统中的旗舰物种：扬子鳄种群数量自 1955 至 2010 年下降了 97%；白鳍豚 1980 至 2006 年间下降了 99.4%。
海南长臂猿	极危，海南岛屿热带雨林生态系统旗舰物种：上世纪 50–70 年代过度猎杀和农业开垦、80 年代以后的森林砍伐和人类活动的加剧使其种群数量 1952 至 2006 年间下降了 96%。



© Elma Okic / WWF-Canon

第二章

驱动因子分析篇：消费、资源强度与城镇化



人类在依赖于自然生态系统的同时也作用于自然生态系统。当人类对自然的索取超出自然生态系统的承载能力之后就会带来生态超载，破坏生态系统健康，影响生态系统的供给能力。上一章中，我们以生态足迹及水足迹为工具，分析了中国所面临的生态挑战，同时通过“地球生命力指数”研究，透视上述挑战对自然带来的影响。

本章则进一步探讨引起生态赤字的因素，寻求应对挑战之策。生态赤字取决于人们的生态资源需求与生态供给之间的关系。其中，表达生态需求的生态足迹取决于人口规模、人均消费与单位消费的资源强度，表达生态供给的生物承载力取决于土地利用面积与单位土地的生产力。本章从上述决定生态超载的五大要素出发，剖析中国生态超载的主要驱动力。同时，从城镇化和更宏观的发展层面，分析驱动中国生态超载的主要成因，并为实现自然资源可持续利用，经济社会环境可持续发展做出了探索。

© Brent Stirton / WWF-Canon

人口，消费与资源强度

一个国家或地区的生态赤字或盈余规模取决于生态足迹与生物承载力的对比关系，即当生态足迹超出可用的生物承载力时就会出现生态赤字，反之则为生态盈余。国家或地区的总生态足迹取决于：人口规模、人均消费和单位消费的资源强度；总生物承载力取决于：土地面积和单位土地的生产力。

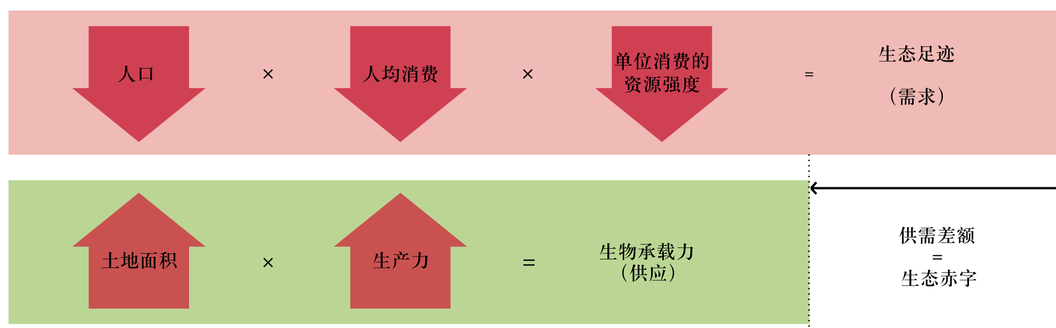


图 2.1 决定生态赤字总规模的五大因素

人口、人均消费和单位消费的资源强度决定一个国家的生态足迹。生态足迹随着人口、人均消费或单位消费的资源强度（即单位消费的生态足迹）的增长而增长，随着资源生产效率（单位生态足迹创造的经济财富，是资源强度的倒数）的增长而减少。一个国家可用的生物生产性土地面积和这些土地的生产力影响该国生态系统的供给能力，即生物承载力。一个国家或地区对资源的消费和供给之间的差异就产生了生态赤字或生态盈余。

生态足迹增长的驱动因素随时间变化而不同(图 2.2)。1961 年（数据可得的第一年）到 1978 年之间，中国生态足迹增长的主要驱动因素为不断增长的人口规模。1978 年开始，人均生态足迹开始成为驱动生态足迹增长越来越重要的因素。2003 年开始，人均生态足迹成为了中国生态足迹总量扩大和生态赤字的主要驱动因素。

人均生态足迹主要由人均消费和单位消费的资源强度决定。资源强度是资源生产效率（单位生态足迹创造的财富）的倒数。1978 年以来的 30 年里，中国生态赤字的驱动力大致以 1985 年为分水岭，发生了转变（图 2.3）。1978 至 1985 年，中国人均消费增长的趋势与生产效率一致。但是 1985 年以来，人均消费曲线与生产效率曲线开始分离，二者间的差距缓慢拉大。说明自 1985 年以来，在生物承载力保持稳定的前提下，生产效率提高的速率赶不上人均消费增长的速率，是中国生态超载扩大的主要原因。这意味着中国在提高生产效率的同时，改变消费模式也很重要。

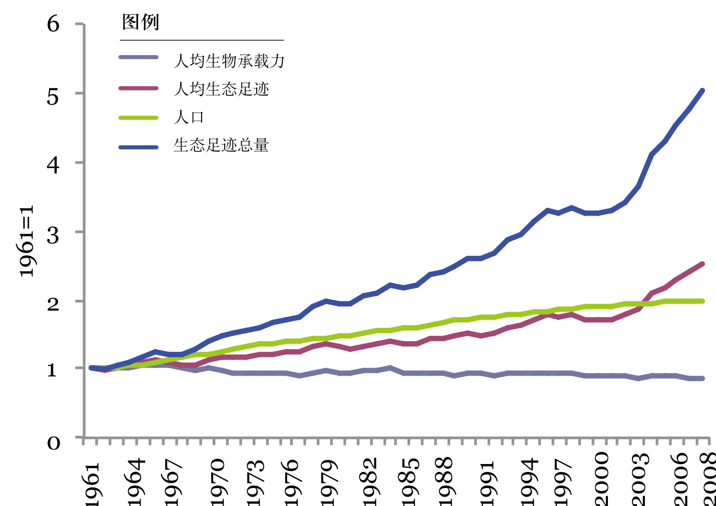


图 2.2 中国生态超载的成因分解

数据来源：全球足迹网络，2011

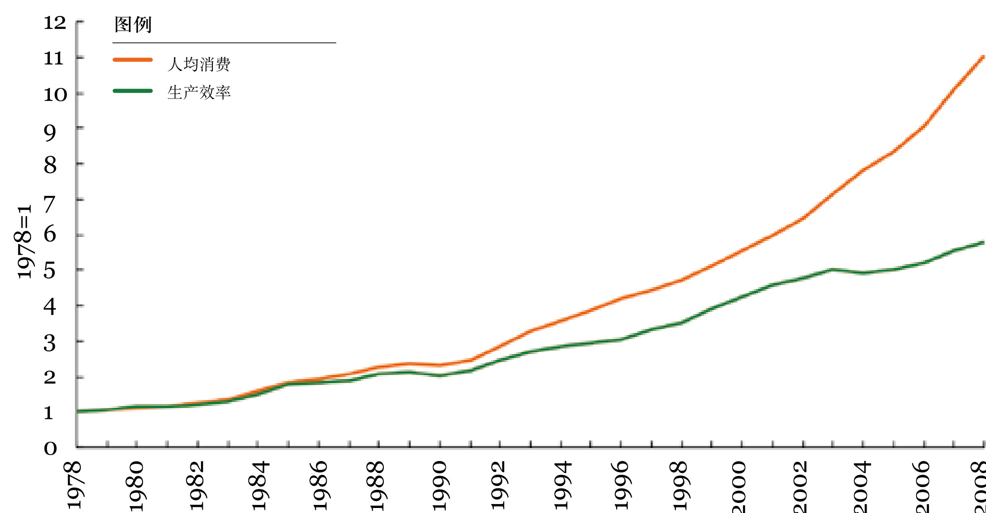


图 2.3 中国生态超载的驱动因素

以 1978 年为基准（1978=1）来追踪人均消费（即人均消费支出）和资源生产效率（单位生态足迹创造的经济财富）的变迁。从 1978 至 1985 年，中国人均消费与生产效率的增长趋势相同，但是 1985 年之后，二者间的差距缓慢拉大。

数据来源：中国科学院地理科学与资源研究所，2012

人类的生态足迹既来自于日常的产品与服务需求，也来自于长期固定资产投资（比如住房建设）的资源消耗需求。从资源的最终需求来源看，中国38% 的生态足迹缘于固定资产投资（图 2.5）。这一数据是中国城镇化与工业化进程中大量基础设施建设需求的折射。在南非、美国和英国，大约 80% 的国家生态足迹为家庭日常消费所致，这类国家的生活方式向环境友好型转变会对其总生态足迹有很大的影响。而中国的情形与它们有所差异，除了居民生活方式转变外，固定资产投资向环境友好型转变也对缓解国家的生态压力有很大的影响。这传达了双重的信号，既是机遇也是挑战。其一是，如果中国能够抓住基础设施建设中的后发机遇，发展低碳、低资源消耗型的基础设施，则可以避免“锁定”效应，为人们控制生活的生态足迹提供基础；一旦国家的基础设施建设趋于完善与发达，人们的生活

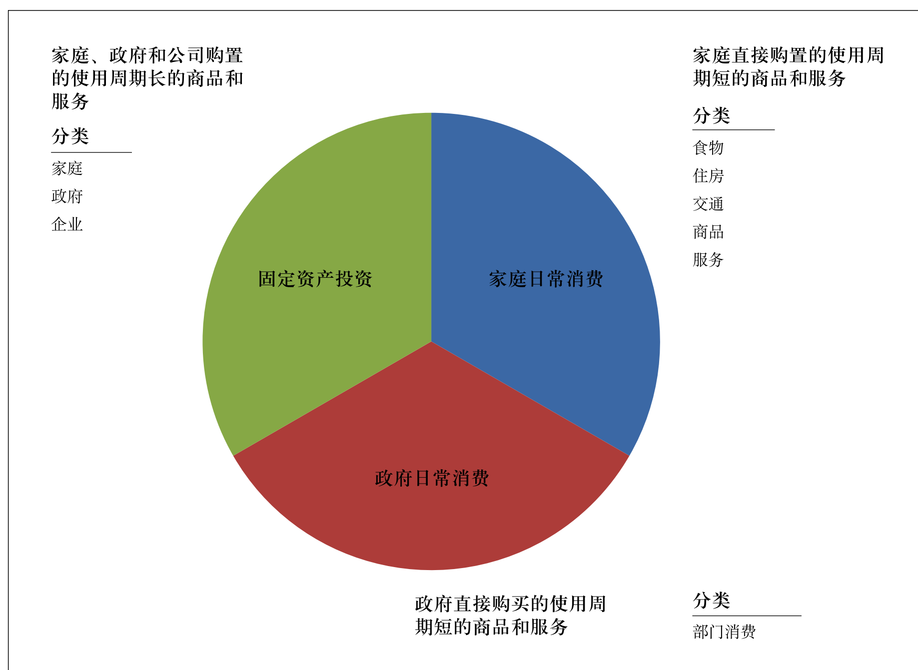


图 2.4 最终资源需求的构成

消费生态足迹来源于三类最终需求。一类是家庭日常消费，包括食物、住房维护和使用、个人交通、产品和服务使用。第二类是政府日常消费，包括公共服务、公立学校、管理以及军事防御的支出。这两类消费的使用寿命较短，在一年之内。另一类是使用寿命长（大于一年）的固定资产形成，包括家庭、公司、政府的固定资产支出，如家庭新建住房、公司新建工厂或添置新机械以及政府投资的交通基础设施建设等。

数据来源：全球足迹网络，2012

方式也相对可持续，则中国的生态足迹，无论总量还是人均，将保持相对稳定。其二是如果中国不能避免生活消费向美国和英国等高收入国家模式的转变，家庭消费必然刺激中国陷入前所未有的生态压力增长之中，如果这与中国完善固定资产投资发生了时间上的重叠，对中国与世界的生态系统而言，都是巨大的甚至难以承受的生态压力。

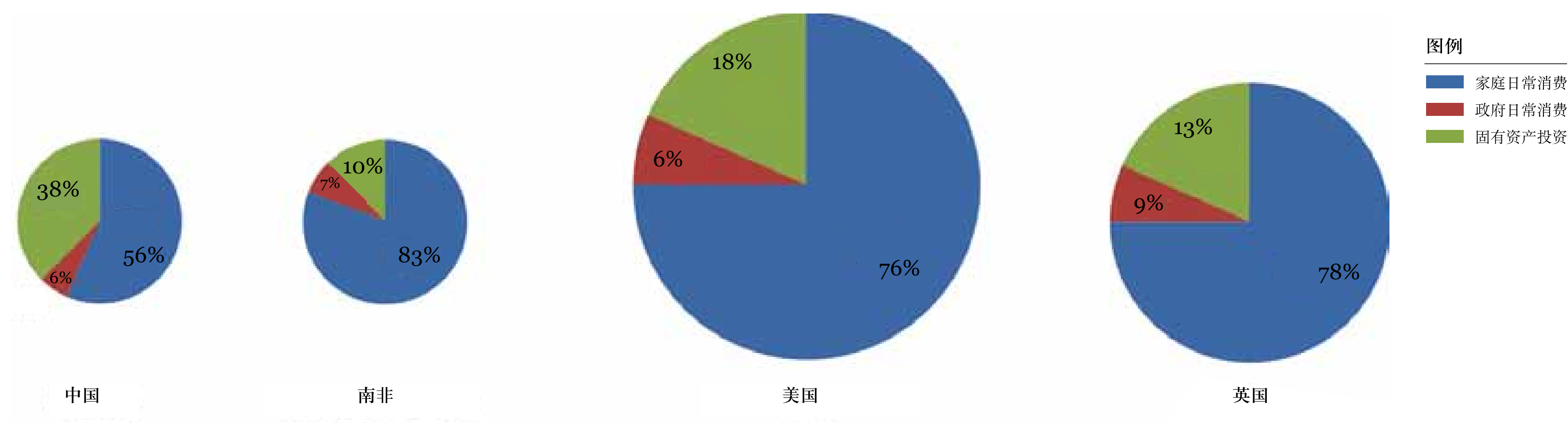


图 2.5 2008 年中国、南非、美国和英国基于最终资源需求的生态足迹分解。

按资源最终需求来源看，中国生态足迹中的固定资产形成部分占比明显高于英国、美国和南非。而英国、美国和南非国家生态足迹中的家庭日常消费占比明显高于中国。中国人均生态足迹比英国、美国这样的高收入国家低。

如果中国追随美国和英国的增长方式，那么中国的生态足迹将增加 2–3 倍。

数据来源：全球足迹网络，2011

城镇化与生态足迹挑战

在中国，生态足迹对城镇化水平的依赖十分明显。国家层面的时间序列数据（图 2.6）与省份层面的截面数据（图 2.7）都显示，城镇化水平高，人均生态足迹也高。城镇化对生态足迹的驱动作用，主要缘于富裕引致的消费规模的扩大与消费模式的改变。

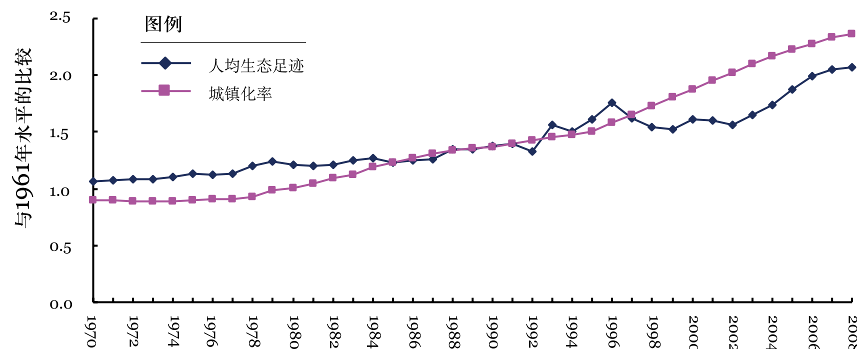


图 2.6 中国人均生态足迹与城市化率

人均生态足迹总体上与城镇化水平发展的方向一致，表明了城镇化对生态超载的驱动作用。

值得指出的是，1997 年以来，中国人均生态足迹增长速率由高于城镇化提高速率，转变为低于城镇化提高速率。

数据来源：中国科学院地理科学与资源研究所，2012

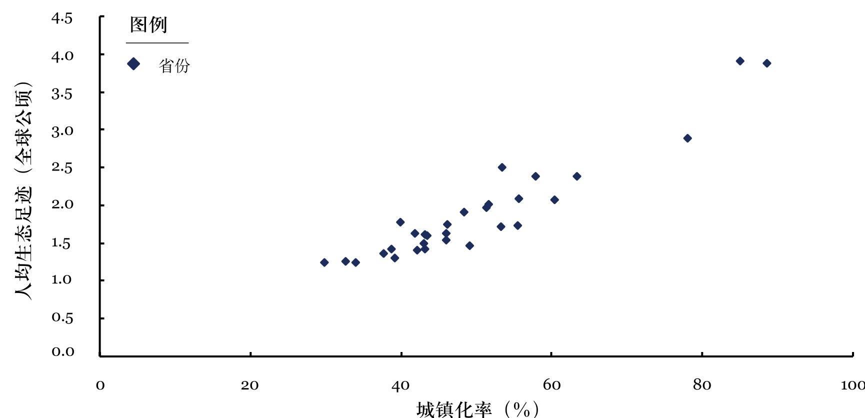


图 2.7 中国大陆省份的人均生态足迹与城市化率（2009）

从省份数据看，中国人均生态足迹总体上也与城镇化水平发展相一致。这隐含着，未来一段时间内，城镇化依旧驱动中国生态足迹与生态超载的增长。

数据来源：中国科学院地理科学与资源研究所，2012

中国各省份城镇地区的人均生态足迹都高于本地的农村地区（图 2.8 与图 2.9）。从生态足迹组分上看，碳足迹是城乡生态足迹差异中差距明显的组分，远高于生物质生态足迹（包括耕地、草地、林地与渔业用地足迹）的城乡差异。

中国城镇化过程伴随着不断增长的基础设施、能源和自然资源需求，对生态系统压力增加形成挑战的同时，合理规划的城市也可以实现更高效的生活方式，从而带来控制生态足迹增长的潜在机会。例如，目前北京农村地区的人均居所能耗碳足迹已经超过了城市地区，因为城市地区的居住更为集中，居民可以获得覆盖全面的公共交通。随着社会经济的发展，农村地区面临着来自交通网线效率，基础设施占地与能耗方面日益增长的挑战。

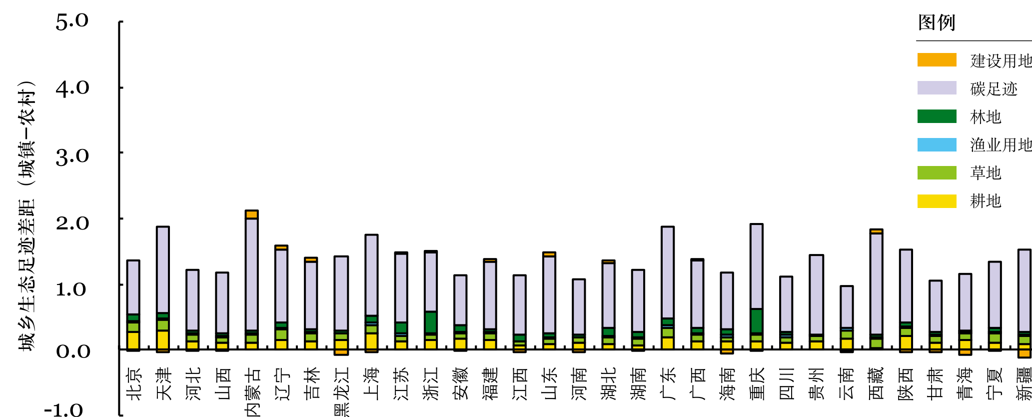


图 2.8 中国大陆省份城乡人均生态足迹差距（2009）

中国大部分省份城乡人均生态足迹的绝对差距为 1–2 全球公顷。

数据来源：中国科学院地理科学与资源研究所，2012

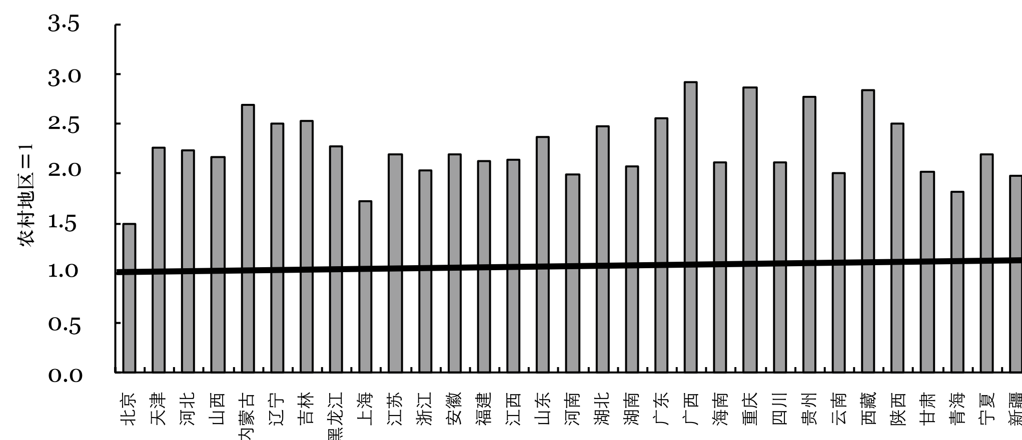


图 2.9 中国大陆省份城乡人均生态足迹之比（2009）

城乡人口人均生态足迹之比反映了城镇与农村地区人均生态足迹的相对差距。在中国大部分省份，城乡人均生态足迹比为 2 左右 ，小于城乡收入差距。

数据来源：中国科学院地理科学与资源研究所，2012

发展与生态足迹

可持续发展意味着人人都有机会，在生态系统承载力范围内高质量地生活与生产，同时为其他生物留有健康的生存空间（IUCN,UNEP&WWF，1991）。

目前， 广为人知并被广泛应用的发展指标是联合国开发计划署（UNDP）的人类发展指数（HDI[5]）。区域的可持续发展进程可以用人类发展指数与生态足迹两个指标综合评价。当 HDI 为 0.8 时被认为是人类发展模式最优程度的下界阈值，如果区域 HDI 大于0.8，认为区域达到了高人类发展水平。根据《全球生命力报告》，人均生物承载力认为是人类生产与消费的生态足迹不应逾越的阈值。如果一个地区的 HDI 高于 0.8，人均消费与生产的生态足迹均低于全球人均生物承载力，就满足可持续发展的标准。

图 2.10 描述了全球范围内生态足迹与 HDI 之间的关系。如图可知，没有一个国家符合可持续发展标准。

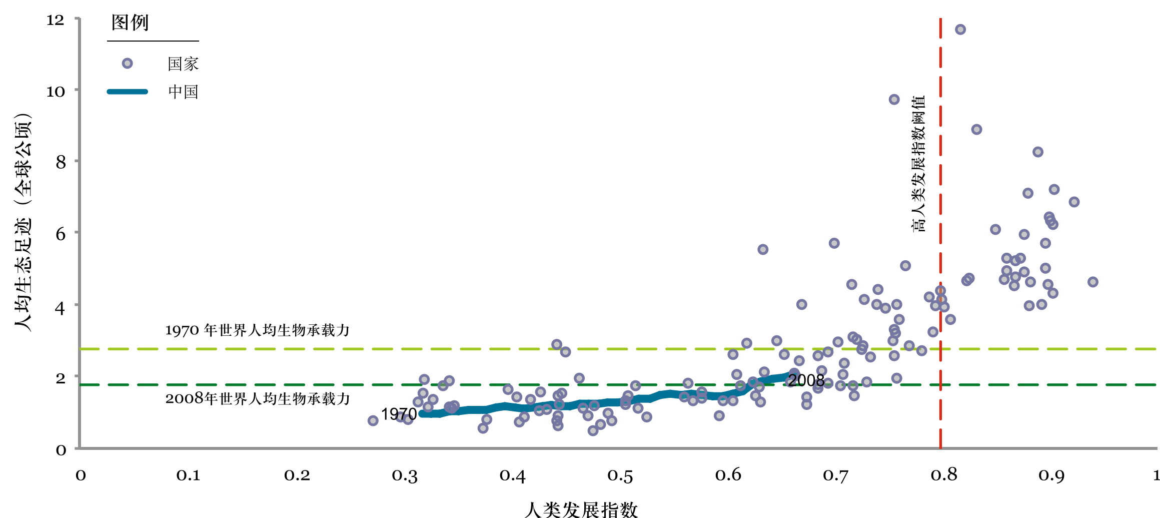


图 2.10 人类发展与生态足迹以及中国自 1970 年至 2008 年变化轨迹

人类发展指数高于 0.8 被认为是高人类发展水平，而人均足迹水平低于全球人均生物承载力（2008 年为 1.8 全球公顷）被认为是可持续的生活方式。图中的蓝线代表中国从 1970 年到 2008 年的发展轨迹。

数据来源：全球足迹网络，2011

5 HDI 并没有考虑隐藏在各国人类发展水平中的其他重要变量，例如不平等因素。从 2011 年，不平等被纳入到新的调整版人类发展指数，即 IHDI。在本报告中，由于中国省级 IHDI 数据可得性限制，我们沿用 HDI 来代表人类发展水平。

图 2.11 描述了 2009 年中国各省份人均生态足迹与 HDI 的关系。只有北京、上海与天津三个直辖市达到了高人类发展水平，但是它们的人均生态足迹都超过了 1.8 全球公顷。其他尚未达到高人类发展水平的省份，还需要探索在提高人民福祉的同时，尽量减缓生态足迹的增长。对于那些已经超过生态足迹阈值的省份来说，它们在面临巨大挑战的同时，仍然拥有通过发展绿色经济减缓生态足迹增长的机遇。

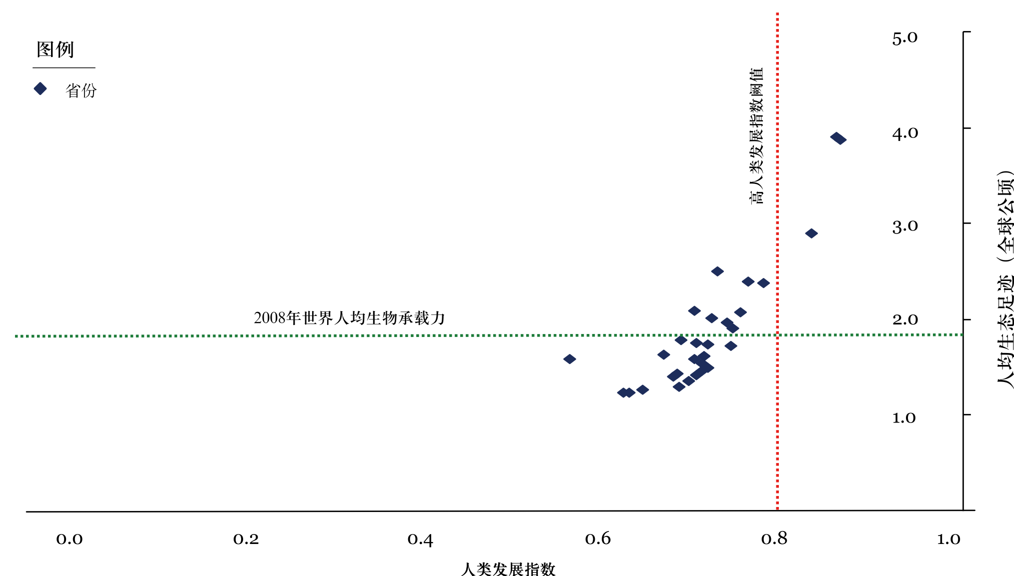


图 2.11　中国大陆省份的生态足迹与人类发展指数

横坐标为人类发展指数，绿线代表全球人均生物承载力，红线代表 HDI 为 0.8 的分界线。

如果区域在全球人均生物承载力范围内进行生产与消费，且又达到了高人类发展水平，认为区域实现了可持续发展。

数据来源：中国科学院地理科学与资源研究所，2012

在消费行为中，我们也发现生态足迹具有明显的发展阶段依赖性（图 2.12）。依据消费生态足迹的消费行为构成差异，我们将中国的消费模式归纳为三类：发达模式、过渡模式、生存模式。

在三类模式中，居住和食物消费均是区域消费生态足迹的主要来源，但贡献程度不同。而服务对生态足迹的贡献差异非常显著。

发达模式的特征是非物质化的服务消费在生态足迹中占重要的地位。目前北京的消费生态足迹正朝发达模式演进。

河南的消费生态足迹是过渡模式的代表，其特点是生态足迹主要来自居住消费，其次来自食品消费，服务在生态足迹中的贡献相对有限。目前，中国大部分省份的消费生态足迹属于此类模式。西藏的消费生态足迹是生存模式的代表，其特点是生态足迹主要来自食物消费，其次来自居住。

在生存模式、过渡模式与发达模式中，人们购买物质与服务的目的是不同的，属于生存模式的人们主要是为了提高生活条件而消费，属于过渡模式的人们主要是为了提高与改善生活质量而消费，而属于发达模式的人们更多是在服务以及交通方面消费。

理解处于不同发展阶段地区的不同需求，以及这些需求给不同地区的发展可能带来的影响，可以为我们制定消费模式转型和控制生态足迹的相关政策提供帮助。

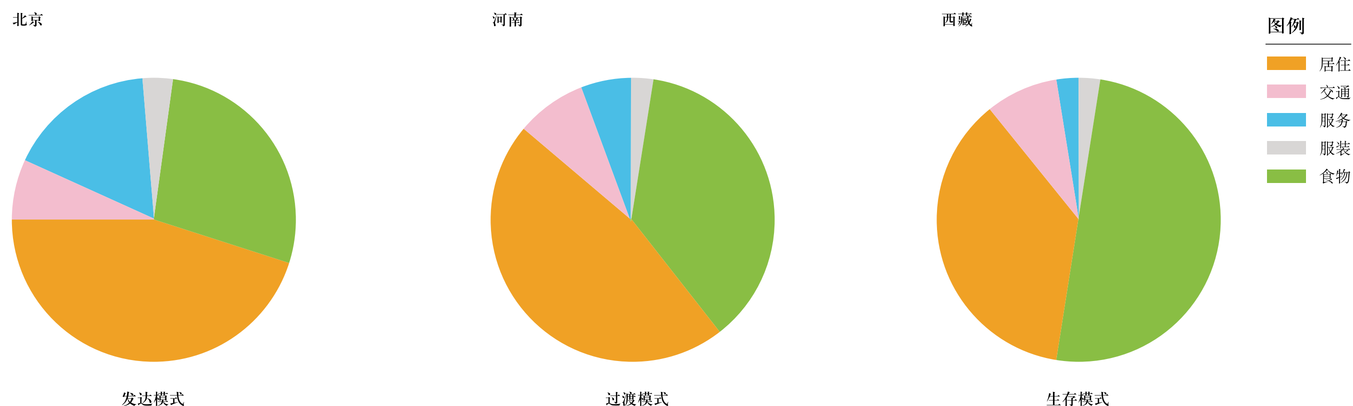


图 2.12 发展、消费模式与生态足迹

根据中国习惯，居民消费可被划分为食物、服装、居住、交通与服务（文教娱乐服务）五类基本行为。其中，食物指居民在家就餐和在外就餐的食品消费；居住包括住房用地、家庭室内能源，以及为满足居住、提高居住舒适性和便利性服务而购买的室内用品与设备；交通包括直接与间接的交通；服务包括居民享用的文化娱乐、医疗保健、公共服务等服务。

数据来源：中国科学院地理科学与资源研究所，2012



© Brent Stirton / Getty Images / WWF-UK

第三章

政策建议篇：中国向绿色发展转型

中国正面临着社会经济格局以及生产生活方式的转型，今天我们对于消费、生产、投资贸易、以及自然资本的决策和选择将会深刻的影响到未来。寻找一条可持续发展之路不仅将惠及中国的生态安全和人民福祉，也将对全球可持续发展产生深刻的影响。



© Brent Stirton / Getty Images / WWF-UK



图 3.1 中国绿色发展策略框架图

快速发展中的中国，仍处于工业化进程中，城市化正处于加速阶段。工业化与城市化往往会带来更大的生态足迹挑战，这是其他先发国家也经历过的阶段。但是，当今的中国面临着不同的外部环境和自身条件。

20 世纪 70 年代，全球生态足迹开始超过生物承载力，生态赤字不断扩大，全球资源环境可持续性面临着日益严峻的挑战；作为一个人均自然资源相对匮乏的人口大国，尽管中国的人均生态足迹低于全球平均水平，但已是其自身生物承载力的两倍多，生态环境面临着很大的压力。这决定了中国的发展，不可能沿袭传统的发展模式，而应选择一条可持续的新路径，走经济发展与资源耗竭脱钩、自然资源得到可持续管理的绿色经济之路，将生态文明建设融入社会经济建设中，实现人与自然的和谐发展。

要实现人与自然的和谐发展，促进生态文明建设，我们建议从以下五个方面着手：一、转变消费模式，在满足人们的发展需求的基础上提倡“低足迹”的消费选择；二、提高生产效率，促进资源的高效、合理、循环利用，将“低足迹”理念纳入产品的生产、加工过程；三、保护自然资源，一方面要提高生物承载力，增强自然为人类提供粮食、水、能源等资源的能力，另一方面要保护重要的物种及其栖息地，给自然留下空间；四、引导资金流向，鼓励对“一增一减”的投资：增是增加自然财富，减是减少生态足迹，也就是资金投向更为资源节约、环境友好型的产业和项目；五、促进机制建设，这里既包括类似于市场化的生态补偿机制这样的有利于环境保护的市场性工具，也包括建立一套衡量生态文明、绿色经济的指标体系和评估体系这样的制度性工具。

结合本报告中的分析，我们对上述五个方面提出如下具体建议：

一、转变消费模式，为绿色消费提供政策引导和基础设施支撑，增进可持续发展动力。

近几十年来，随着社会经济的发展，人均生态足迹增长成为中国生态足迹总量扩大和生态赤字的主要驱动因素。尤其是 1985 年以来，在生物承载力保持稳定的前提下，生产效率提高的速度赶不上人均消费增长的速度，是中国生态超载扩大的主要原因。此外，由于富裕带来的消费增长和消费模式变化，中国城乡生态足迹差距明显，尤其是城市的碳足迹远高于农村地区。随着城镇化进程的加速和经济的进一步发展，以及经济增长的驱动因素进一步从投资和出口转向国内消费驱动，消费端的生态环境影响将会愈加显著。因此，转变消费模式，选择绿色消费，包括适度消费、减少浪费、选择资源节约、符合生态环境可持续标准的产品的消费行为，对中国的可持续发展至关重要。这要求：

● 倡导适度消费、绿色消费的新型价值观，政府加强宣传引导，制定绿色消费指南，引导消费者成为绿色经济的市场需求动力；构建政府绿色采购政策法规，公共部门引领绿色消费。

● 推广绿色产品认证，比如产品碳足迹标识、可持续认证标识（比如 FSC[6]、MSC[7] 认证）等，并通过财税优惠政策或购买补贴等方式引导消费者购买具有环保标识的产品，控制隐含在消费中的间接碳足迹及生态足迹。

● 消费者要选择绿色的生活方式，比如低碳的出行方式，也需要市政设施提供支撑作用。如报告前文所述，快速城市化进程对中国来说既是机遇也是挑战，我们今天选择的城市化方式，不仅决定着当下的资源消耗也决定着我们明天的生活方式。我们必须将低碳、生态理念纳入城市规划和新园区建设的考量指标。这既包括城市的合理布局，也包括应当大力发展城市公共交通体系。一方面，快速的城市化过程必然伴随着大量的基础设施建设，在规划阶段引入生态理念，发展绿色紧凑型的生态城市、低碳城市，避免基础设施建成后在长期使用周期内的碳锁定以及对生态用地的侵占。另一方面，城市合理布局和公共交通体系的发展将能够显著减少交通领域的碳排放。而随着社会经济的发展，交通领域在整个生态足迹中的占比会越来越大，降低这一领域的碳排放至关重要。

6 Forest Stewardship Council，森林管理委员会。

7 Marine Stewardship Council，海洋管理委员会。

● 一些发达国家的经验表明，随着城乡富裕程度的接近，农村的生态足迹挑战也应引起足够的重视，农村地区面临着来自交通网线效率，基础设施占地与能耗方面日益增长的挑战。因此，在实现城乡统筹发展的过程中应充分关注农村消费新动向，为农村居民的低碳出行、低碳生活提供基础设施支撑，并及早引导农村居民的可持续消费选择。

二、提高生产效率，促进资源的高效利用，增强可持续发展能力

人均消费不仅取决于个人的消费选择，也取决于单位消费的资源强度，而单位消费的资源强度则取决于生产效率，即产品生产过程中的能源、资源利用效率。近三十年来，中国生产效率提高的速度赶不上人均消费增长的速度，这不仅说明了合理消费的重要性，也说明生产效率即资源产出率亟待提高的迫切性。

● 向地方政府和企业推广资源效率统计，将资源效率指标（即单位资源创造的价值，或称资源产出率指标），尤其是关系到国家生态安全的可再生自然资源的产出效率纳入衡量绿色发展的约束性指标。

● 在提高能源利用效率的同时大力发展可再生能源，培育和扩大可再生能源产品的国内市场，提高可再生能源在电力供应中的比例，通过配额制和发展基金保障机制，让更多的企业和个人能以更低的价格消费绿色电力。

● 通过引导企业及社会传递先进理念、引进高新技术等手段，提高水资源利用效率，减少工业生产环节的水足迹。在农业生产中推广节水技术，合理使用农药化肥，推广生态可持续型耕作方式，降低农业生产中的水足迹，尤其是灰水足迹。

● 可再生自然资源定价中应考虑到资源的生态服务功能，将生态环境成本纳入到经济生产成本核算，通过合理的价格杠杆和会计准则来鼓励企业可持续地使用自然资源。

三、保护自然资源，在增加生物承载力，满足人类需求的同时为自然留下空间

要将人类的生态足迹控制到地球资源更新的能力内，除了控制生态足迹之外，增加生物承载力也是重要手段。人类的生存与发展离不开支撑着所有生命的自然生态系统，人类在利用自然生态系统满足自身需要的同时也应积极养护自然，为其它物种的生存繁衍留下足够的空间。中国是全球公认的十二个生物多样性巨丰国家之一，但是“地球生命力指数”案例研究显示，中国不同生态系统中十余个旗舰物种和关键物种大都显示出明显的下降趋势，目前还未能反映出物种保护的显著效果，珍稀濒危物种需要维持长期稳定的保护投入和严格的栖息地保护管理，更重要的是中国整体的生态功能区划需要进一步改善，从而促进生态承载力的提高和自然生态系统的保护。

● 建议划定和落实特定区域的生态红线，加大自然资源的保护力度，提高生态系统承载力，推动整体生态文明建设；在《全国主体功能区规划》和《中国生物多样性保护战略与行动计划》(2011–2030年)的指导下，根据不同生态区域的自然资源承载能力，制定和落实特定区域的生态红线，坚持区域功能战略，优化特定区域的工业化和城镇化开发格局，实现区域协调发展。

● 充分认识特定生态系统的自然资本与生态服务价值，建立不同生态功能区域自然资本的有效评价体系；鼓励以市场化模式推动生态系统服务的可持续供给，通过市场模式使生态服务供给方根据生态服务价值向使用方提供有偿服务，使市场化机制成为国家生态补偿机制的有效补充。

● 从流域生态管理的角度看，应以流域综合管理为重要抓手，通过进一步落实江湖水系连通、合理调节流域水量时空分配、加强旱涝风险防范等措施，推动淡水生态系统的有效保护。

四、引导资金流向，促进绿色投融资，利用资金杠杆支持自然保护与资源可持续利用，为绿色发展转型提供必要条件

资源的过度开发利用以及对生态系统的破坏往往能为少数人带来短期利益，而保护、投资于自然的行为所带来的长期利益往往不能在经济活动中得到充分体现。这就要求政府及金融机构通过财税政策杠杆和绿色信贷政策引导资金流向，使得资金投向于有利于自然保护与能源、资源节约的产业与项目，为保护自然资本、促进生产、消费模式的转变创造经济条件。值得指出的是，随着中国进一步加快“走出去”战略，这种资金引导不仅应体现在国内经济活动中，也应融入中国的对外投资与贸易活动中。

● 政府通过财税杠杆，比如对资源节约、环境友好型产业给予财政补贴与税收优惠，逐步取消对环境有负面影响的行业的补贴，引导资金投向更为资源节约、环境友好的产业，比如可再生能源应用、供应行业。

● 充分发挥银行业金融机构在资金引导方面的重要作用，按照银监会于 2012 年 2 月发布的《绿色信贷指引》的要求，银行业金融机构应在授信时考虑环境与社会风险，建立环境和社会风险管理体系：

· 通过制定行业贷款指南，建立相关的考核和奖惩办法，切实加强对新能源、能效及有利于资源高效利用的项目或企业的贷款，限制并减少对“两高一剩”项目或企业的贷款；

· 加强对银行业绿色信贷的监督，建立评价体系，促进银行业金融系统绿色信贷的实施；

· 加强银行业金融系统绿色信贷相关的能力建设和技术支持。

● 中国的国际资本流动方向及方式将成为降低全球生态足迹、保护生态环境的重要推动力。我们希望中国的生态文明理念能进一步融入其“走出去”战略中，发挥中国在全球资源环境可持续管理中的积极作用，中国银行业可将“绿色信贷”政策推广到境内外投融资实践之中。

五、加强机制建设，为促进生态文明建设提供市场条件和制度条件

不管是公众为主体的消费模式转型，还是企业为主体的生产方式转型，亦或是金融业引导的对自然保护的投资，都需要上层机制的支撑。这里的机制既包括市场化的机制建设，比如碳排放交易、水权交易等机制建设，也包括行政性的制度建设，比如超越 GDP 的行政考核制度建设；同时，这里的机制建设也包括各类平台的搭建。

● 在衡量地方政府的绩效时，突破 GDP 的约束，将社会发展指标、环境可持续性与经济发展指标融为一体指标，建立一套衡量绿色经济发展和生态文明进程的指标体系；将生态足迹与生物承载力之间的关系作为衡量生态文明的指标之一。

● 积极推进市场化的环境保护机制，包括上文提到的市场化生态补偿机制，也包括碳排放交易、水权交易等有利于节能减排，降低足迹的环境交易机制。

● 为促进水资源管理，搭建高效的水资源管理共享平台，带动更多利益相关方的积极参与，努力推动形成自主性、社会化、全方位的水资源管理模式，建立有效应对流域水风险的社会机制。

● 推进生态环境保护国际合作，加强区域及国家之间关于环境保护、绿色发展的经验交流、资源共享，拓宽绿色发展国际合作平台。



© 张毅非 / WWF-Canon

附录一 技术说明

生态足迹核算方法

生态足迹是一种资源核算工具，用来核算在现行的技术和资源管理条件下用来生产个人、地区或某项活动消耗的资源、吸纳其产生的废物所需要的生物生产性土地和水域的面积。生态足迹的单位为全球公顷。全球公顷的核算运用产出因子将各国的土地生物生产力归一到全球平均生物生产力(比如，将英国每公顷土地的小麦产量与全球平均小麦产量对比，从而得出相应的产出因子），并用均衡因子来平衡不同类型土地的全球平均生物生产力（比如全球平均林地生产力）。具体计算方法及部分计算案例见 www.footprintnetwork.org。

生态足迹核算范围

生态足迹核算只考虑到人类而没有考虑到其它生物对自然的需求。为了避免夸大人类对自然的需求，生态足迹仅包括资源消耗和废物吸纳中涉及地球可再生能力的方面，并且根据现有数据可以用生产性土地面积来表示的部分。比如，有毒物质的释放并没有被计算到生态足迹帐户中，只有二氧化碳排放作为废弃物计入，而未考虑其它废弃物；汲取的淡水也没有纳入生态足迹帐户核算，而取水或水处理所耗费的能源则被计入生态足迹帐户。

生态足迹帐户是关于过去的资源需求和供给情况的历史帐户，并不预测将来。生态足迹并不预测当前生态系统退化对将来的影响，如果这种生态退化持续下去，则会在将来的生态足迹核算中体现为生物承载力的下降。

生态足迹帐户也不能反映生物生产性区域被使用的强度。作为一种生物物理测量工具，它也不能核算可持续性中的社会经济要素。

生态足迹数据来源

本报告中的国家层面生态足迹和生物承载力的总量数据来自全球足迹网络国家足迹账户，而所有中国国内及中国国际贸易活动和水足迹的数据则全部来自中国科学院地理科学与资源研究所的研究。国家足迹账户核算所需数据主要来自联合国数据库，属于国家尺度数据。中国科学院地理科学与资源研究所的研究数据主要来自于国家统计局及省份层面的官方统计机构发布的相关统计年鉴。所有生态足迹和生物承载力数据都用全球平均生物生产性公顷（即全球公顷）来表示。在本期报告中，全球及各国的可得数据最近年份为 2008 年，而中国国内各省及贸易数据可追踪至 2009 年。

碳足迹核算

化石能源，如煤、石油、天然气是从地壳中采掘出来的，从生态学的角度看并不具有可再生性。燃烧化石能源会产生二氧化碳排放。二氧化碳的储存有两种方法，人工储存（如注入深井），或者自然截存。自然截存是指生态系统吸收二氧化碳并储存到现存生物质中，比如树木或土壤。

碳足迹核算的是为了维持大气层中二氧化碳的浓度不变所需要的自然碳截存的量。生态足迹帐户核算的是减去海洋所吸收的二氧化碳量后，根据全球森林的平均固碳水平，吸收剩余的二氧化碳排放所需要的森林面积。人工截存的二氧化碳量也应该从生态足迹中扣除，但是目前人工截存被忽略不计。根据 2007 年的数据，1 全球公顷的生物生产性土地可以吸收 1450 升汽油燃烧所产生的二氧化碳。

二氧化碳排放在总生态足迹中的占比根据全球森林平均固碳水平估算。森林固碳水平也会随着时间的推移而变化。随着森林成熟度的增长，森林的固碳水平趋向递减。如果林地退化或者被砍伐，可能会成为新的二氧化碳排放源。

生态足迹与资源公平

生态足迹是对过往资源利用的核算。它可以量化个人或者一个群体对生态资源的使用情况，但是却不能说明他们的资源使用权力。资源分配是一个政策问题。足迹帐户可以确定每个人可以获得的平均生态承载力，但是却无法说明生态承载力应该如何在个人或国家之间分配。然而，生态足迹研究可以为资源分配问题的研讨提供基础。

水足迹核算

一个国家或地区的水足迹体现该国或该地区居民

所消费的产品和服务在生产过程中直接或间接消耗的总水量。水足迹包括内部水足迹和外部水足迹两部分。

一个国家的水足迹往往可以从生产和消费两个角度去评价：即生产水足迹和消费水足迹。生产水足迹是指支持一个国家或地区在其本地产品生产与服务供给过程中所需要的淡水资源量，无论产品与服务在哪里被消费。

消费水足迹指一个国家或地区居民消费的产品和服务所需的水资源总量，无论产品与服务是在哪里生产的。

水资源压力是指一个国家或地区生活、生产需要消耗的地表或地下水资源量（在此等于区域总生产水足迹与绿水足迹的差值）占该地区可更新水资源总量的比重。

水足迹方法学

水足迹的表示单位是立方米。水足迹分类与核算与 WWF 发布的《地球生命力报告》所使用的方法基本一致。水足迹由中国科学院地理科学与资源研究所核算，数据来源于联合国粮农组织数据库。

地球生命力指数（LPI）

地球生命力指数通过追踪全球范围脊椎动物种群数量随的时间变化反映不同层面生物多样性的变化趋势，是目前用于衡量全球生物多样性变化的重要指标之一。2012 年地球生命力指数追踪了全球 2688 个物种，包括鸟类、兽类、两栖爬行类和鱼类共计 9014 个动物种群，自 1970 年至 2008 年的变化趋势。国家和区域水平的 LPI 在评价生物多样性保护实践效果和指导保护政策制订方面可发挥积极的作用。

地球生命力指数的计算

地球生命力指数运算可使用种群大小、密度、丰富度等时间序列信息，首先计算由多个种群构成的每个物种种群数量年平均变化率，然后计算从 1970 年起每个年份所有物种的年平均变化。

中国地球生命力指数数据库

中国地球生命力指数数据库不同时期的脊椎动物种群数量信息（包括种群数量、密度、捕获率等）收集自已发表的国内外学术论文、专著、政府报告、各保护区调查报告；权威机构和组织正式发表或公布的数据库或物种分布及数量记录，如 CITES，IUCN Red List 等；疾病控制中心、卫生防疫部门疫原野生动物调查数据；以及由专业科研院所开展的野外调查数据。数据库的主体结构包括：物种名称和分类信息；动物种群地理分布信息（经纬度，海拔）；种群生态学信息（生境类型，是否为迁移物种或外来物种）；调查方法（种群数量调查方法，数量单位，调查时间、地点和范围，数据的连续性等）；种群时间序列；数据来源，保护地位（IUCN，CITES，CMS）和受胁因素。此外，数据库中增加了物种或种群在中国的保护地位、保护区建立等相关信息。每个种群时间序列采用一致的调查方法，至少有两个时间节点（年份）的种群数量实测值，以构成运算的基本单元——一个有效的种群时间变化趋势，所有数据来源明晰。

中国 LPI 数据库中数据来源评估

为检测中国 LPI 数据库中的数据来源的可靠性，对数据库中每个种群时间序列根据其来源、种群数据调查的方法，以及数据的变异量度的有无三个方面分别给予评分：

（1）数据来源评分标准：国内外研究专著、期刊论文、学位论文、考察报告为 3 分；政府报告或二级引用数据 2 分；专家估计或未发表数据 1 分；

（2）调查方法评分标准：种群完全计数或抽样密度调查等野外调查直接获得的数据 3 分；种群数量估计值 2 分；猎捕量、皮张收购量、渔获量等间接估计数据 1 分；

（3）变异量度平分标准：有 1 分；无 0 分；

评价标准：5–7 分被认为是数据来源可靠性高；3–4 为中度可靠；1–2 为可靠性低。

1417 个种群时间序列 91.53% 的数据评分在 6 至 7 之间，其余为 5 分，中国 LPI 数据库的数据来源具有较高的可靠性。

关键物种和旗舰物种的种群年变化趋势指数的计算

每个物种一般由多个种群时间序列构成。对于种群实测值 <6 的时间序列，对序列中无实测值的年份以线性内插法获得对种群数量的估计值，然后计算每个年份多个种群的平均变化值；对于具有连续种群观测值（>6）的种群序列，则使用广义非线性相加模型 GAM（generalized additive model）对种群的年变化趋势进行拟合，以反映种群长期复杂的自然变化规律，特别是对于一些变化趋势具有周期性或非线性的种群(Collen et al，2009，WWF et al.，2010，2012)。本报告中，仅有麋鹿，青海湖裸鲤和朱鹮三个案例具有连续种群观测记录，使用了 GAM 模型。

附录二 名词解释

生态足迹	生态足迹衡量了支持人类可更新资源消费和基础设施建设用地，以及消纳化石能源燃烧排放的二氧化碳（扣除海洋吸收作用）所需的生物生产性土地的面积。包括六类土地利用组分：耕地、草地、林地、渔业用地、建设用地和碳足迹（即碳吸收用地）。
碳足迹	表示扣除海洋碳吸收贡献后，吸收化石燃料燃烧排放二氧化碳所需的森林面积。
生物承载力	生物承载力衡量了地球的可再生能力，是判断生态足迹合理性的基准。生态足迹和生物承载力都采用“全球公顷”单位表达，1 全球公顷代表全球平均生物生产力水平下的 1 公顷土地利用面积。
生态赤字／生态超载与生态盈余	一定地区的生物承载力和生态足迹的差额，若该差额小于零，称为生态赤字，表明区域人口的生态足迹超出其可用本地生物承载力，全球范围内的生态赤字称为生态超载；若该差额大于零，称为生态盈余，表明该区域可利用的本地生物承载力大于人口的生态足迹。
水足迹	水足迹是衡量水资源消费利用量的概念，用以估算生产某种产品或提供某种服务的整个过程所消耗水量（含虚拟水）的总和，还可以在不同层次（如某种农产品、某种工业产品、流域、社区和居民）测量研究对象对水资源消费利用的情况。水足迹由绿水、蓝水和灰水足迹部分构成，它们从时间和空间上对水的使用情况加以定义。
绿水足迹	指存在于土壤中并被农作物蒸腾消耗的自然降水量。
蓝水足迹	指在产品生产过程中消耗的地表和地下水资源总量。
灰水足迹	指容纳并稀释水污染物使之达到指定的浓度标准（一般为水环境水质标准）所需要的水资源量。
生产水足迹	指支持一个国家或地区在其本地产品生产与服务供给过程中所需要的淡水资源量，无论产品与服务在哪里被消费。
消费水足迹	指一个国家或地区居民消费的产品和服务所需的水资源总量，无论产品与服务是在哪里生产的。
水资源压力	指一个国家或地区的总生产水足迹与绿水足迹的差值占该地区可更新水资源总量的比重。
地球生命力指数	通过追踪全球脊椎动物种群数量随时间的变化反映不同层面生物多样性的变化趋势，被全球生物多样性公约采纳为衡量全球生态系统健康状态的主要指标之一（详见技术说明部分）。
人类发展指数（HDI）	人类发展指数是是联合国开发计划署（UNDP）从 1990 年开始发布用以衡量各国社会发展程度的标准，它主要衡量三方面内容：健康、知识和生活水平。其中：1. 健康水平用出生时的预期寿命来衡量；2. 知识水平用平均受教育年限和期望受教育年限来衡量；3. 生活水平用人均 GDP 来衡量（PPP US$）。

附录三 参考文献

Ben Collen, Jonathan Loh, Sarah Whitmee, Luouise Mcrae, Rajan Ammin and Jonathan E. M. Baillie. 2008. Monitoring change in vertebrate abundance: the Living Planet Index. Conservation Biology, 23(2), 317-327.

Galli, A., Kitzes, J., Wermer, P.,Wackernagel, M., Niccolucci, V. and Tiezzi, E. 2007. An exploration of the mathematics behind the Ecological Footprint. International Journal of Ecodynamics. 2 (4): 250-257.

Hoekstra, A.Y. and Mekonnen, M.M. 2012. The Water Footprint of humanity. PNAS, published ahead of print February 13, 2012, doi:10.1073/pnas.1109936109.

IUCN, UNEP, WWF. 1991. Caring for the Earth: A Strategy for Sustainable Living. IUCN, Gland, Switzerland.

Kitzes, J., Galli, A., Bagliani, M., Barrett, J., Dige, G., Ede, S., Erb, K.-H., Giljum, S., Haberl, H., Hails, C., Jungwirth, S., Lenzen, M., Lewis, K., Loh, J., Marchettini, N., Messinger, H., Milne, K., Moles, R., Monfreda, C., Moran, D., Nakano, K., Pyhälä, A., Rees, W., Simmons, C., Wackernagel, M., Wada, Y., Walsh, C. and Wiedmann, T. 2009. A research agenda for improving national Ecological Footprint accounts. Ecological Economics. 68 (7): 1991-2007.

Louise McRae, Christoph Zöckler, Michael Gill, Jonathan Loh, Julia Latham, Nicola Harrison, Jenny Martin and Ben Collen. 2010. Arctic Species Trend Index 2010: Tracking Trends in Arctic Wildlife. http://www.arcticbiodiversity.is/index.php/en/the-report

Pomeroy, D., Lutaaya, B., and Tushabe, H. 2006. State of Uganda's Biodiversity 2006. National Biodiversity Databank and Makerere University Institute of Environment and Natural Resources, Kampala, Uganda. http://nbdb.mak.ac.ug/Products/BiodiversityMonitoring2006.pdf

Wackernagel, M., Schulz, N.B., Deumling, D., Linares, A.C., Jenkins, M., Kapos, V., Monfreda, C., Loh, J., Myers, N., Norgaard, R. and Randers, J. 2002. Tracking the ecological overshoot of the human economy. PNAS. 99: 9266–9271.

WWF, GFN, ZSL. 2010. Living Planet Report 2010- Biodiversity, biocapacity and development, 100-101. http://wwf.panda.org/about_our_earth/all_publications/living_planet_report/living_planet_report_timeline/2010_lpr2/

WWF, GFN, ZSL. 2012. Living Planet Report 2012- Biodiversity, biocapacity and better choices, 18-22. http://wwf.panda.org/about_our_earth/all_publications/living_planet_report/

WWF, ZSL & Global Footprint Network 2007. Canadian Living Planet Report 2007. http://assets.wwf.ca/downloads/canadianlivingplanetreport2007.pdf

感谢以下人士提供的宝贵意见和作出的贡献：

夏光、潘家华、李佐军、李永红、诸大建、刘俊国、王文远、张建平、黄淼、俞海、李剑泉、李海英、张耕田、雷红鹏、王 强、Jonathan Loh、Louise McRea、Mathis Wackernagel、Pati Poblete、David Moore、Juan Carlos Morales、Kyle Gracey、Leena Launay、Gemma Cranston、Stephanie Lai、Monique Grooten、Natasya Oerlemans、Li Lifeng、Richard McLellan、Carina Borgstrom–Hansson、李楠（市场转型项目）、朱江、雷刚、Donald Pols、孙轶颋、李楠（中国领跑世界革新项目）、王松林、曾铭、董乐、冯金磊、王蕾、刘一峰、魏钰、李素晓、张诚、高莹、郭丽娜

诚挚感谢世界自然基金会荷兰分会对本报告的资金支持。

以教育或其他非商业目的的再版无需经过版权所有者的书面同意。但是，必须提前书面通知 WWF（世界自然基金会）。禁止任何未经版权所有者同意的以出售或其他商业为目的的再版。

本文涉及到的地理分区名称和相关展示材料并不代表 WWF（世界自然基金会）对任何一个国际、领土、区域或当局人员的法律地位和边界界定的任何看法。

封面图片：洞庭湖渔民在社区共管后使用传统的捕鱼方式 © 韦宝玉 / WWF China

中国生态足迹报告2012

水

推进流域综合管理，形成自主性、社会化、全方位的水资源管理模式，实现淡水生态系统的有效保护。

生物承载力与生态足迹

中国的人均生态足迹尽管低于全球平均水平，已经超过全球人均生物承载力，并达自身生物承载力的两倍多。

生物多样性

建立中国的地球生命力指数，为生态保护政策制定提供参考。

向绿色发展转型

保护自然资源，转变消费模式，提高生产效率，促进绿色投融资，推动绿色发展。



WWF · 中国生态足迹报告 2012

中国

WWW.WWFCHINA.ORG

© WWF

WWF

我们致力于
遏止地球自然环境的恶化，创造人类与自然和谐相处的美好未来。

www.wwfchina.org

© 1986 Panda symbol WWF – World Wide Fund For Nature (Formerly World Wildlife Fund)
® "WWF" is a WWF Registered Trademark